

## **TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**

Fakulta strojní

Katedra výrobních systémů

Obor: Výrobní systémy

Zaměření: Pružné výrobní systémy pro strojírenskou výrobu

### **Přesun stávající výroby firmy Rousek s. r. o. do nové výrobní haly Transferring the existing production of the company Rousek Ltd. into a new production hall**

KVS - VS - 214

Tomáš Ceral

Vedoucí práce: Doc. Dr. Ing. František Manlig

Konzultant: Ing. Tomáš Kloud

Roman Rousek – Rousek s. r. o.

Počet stran: 68

Počet příloh: 2

Počet obrázků: 34

Počet tabulek: 10

Počet modelů:

nebo jiných příloh:

V Liberci 25. 5. 2012

# Zadání diplomové práce

Studijní program	M2301 Strojní inženýrství
Obor	2301T030 Výrobní systémy
Zaměření	Pružné výrobní systémy pro strojírenskou výrobu

## Název diplomové práce

Přesun stávající výroby firmy Rousek s. r. o. do nové výrobní haly

## Zadání

Cílem diplomové práce je navrhnout uspořádání výroby v nových výrobních prostorách.

Při zpracování diplomové práce je vhodné využít standardní postup zpracování projektu (např. strukturovaný přístup k řešení projektu - cyklus DMAIC) a nástroje pro analýzy a zlepšování procesu.

Doporučený postup řešení:

1. Definování dílčích cílů a postupu řešení.
2. Analýza stávajícího stavu výroby.
3. Návrh variant rozmístění výrobních zařízení a logistického řešení v nových prostorách.
4. Porovnání variant, volba

## Abstrakt

**TÉMA:** PŘESUN STÁVAJÍCÍ VÝROBY FIRMY ROUSEK S. R. O.  
DO NOVÉ VÝROBNÍ HALY

Diplomová práce se zabývá návrhem výrobní haly pro firmu Rousek s. r. o. Řešená problematika obsahuje popis výroby, jejího uspořádání a materiálových toků ve stávající výrobní hale. Podle zadaných požadavků je spočítána potřebná velikost nové haly a skladovacích ploch. Ve zpracovaných variantách layoutů jsou umístěna všechna potřebná pracoviště, zakresleny materiálové toky a rozlišeny využití plochy. V závěru práce jsou varianty porovnány, zhodnoceny a je vybrána nejvhodnější varianta.

**THEME:** TRANSFERRING THE EXISTING PRODUCTION  
OF THE COMPANY ROUSEK LTD. INTO A NEW  
PRODUCTION HALL

This thesis is considered with a concept of the new production hall for the company Rousek Ltd. This solved problematic includes the description of the production, its layout and material flows in the existing factory building. According to specified requirements is calculated a required size of the new production hall and storage areas. In the processed layout's concepts are placed necessary workplaces, drawn material flows and differentiated used areas. In the conclusion of the thesis are variants compared, evaluated and there is selected the best concept.

Desetinné třídění: 658.5

Klíčová slova: Logistika, layout, materiálový tok, přesun výroby, sklad

Zpracovatel: TU v Liberci, Fakulta strojní, Katedra výrobních systémů

Dokončeno: 2012

Archivní označení zprávy:

Počet stran: 68

Počet příloh: 2

Počet obrázků: 34

Počet tabulek: 10

Počet modelů:

Nebo jiných příloh:

## Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum 25. 5. 2012

Podpis .....

Tomáš Ceral

## Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval panu doc. Dr. Ing. Františku Manligovi za příkladné a odborné vedení mé diplomové práce.

Dále děkuji pánům Ing. Tomáši Kloudovi a Ing. Janu Vavruškovi za konzultace a jejich podnětné připomínky při realizaci teoretické i praktické části diplomové práce. Také děkuji panu Romanu Rouskovi z firmy Rousek s.r.o. za jeho odborné konzultace, připomínky a spolupráci.

Děkuji svým rodičům a prarodičům za jejich podporu v celé délce studia na Technické univerzitě v Liberci. Dále děkuji slečně Lence Mlčochové za velkou podporu nejen při vypracování diplomové práce.

*Realizace této práce byla podpořena projektem studentské grantové soutěže TUL Komplexní optimalizace výrobních systémů a procesů (interní číslo projektu 2821) v rámci specifického vysokoškolského výzkumu*

# Obsah

<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK .....</b>	<b>8</b>
<b>1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY.....</b>	<b>10</b>
<b>2 LOGISTIKA.....</b>	<b>11</b>
2.1 Cíle logistiky .....	11
2.2 Řízení toku materiálu .....	13
2.3 Zásoby .....	14
2.3.1 Hlavní druhy zásob.....	14
2.3.2 Diferencované řízení zásob.....	15
2.4 Charakteristika výrobního procesu .....	16
2.4.1 Kusová výroba .....	16
2.4.2 Sériová výroba .....	17
2.4.3 Hromadná výroba .....	17
2.4.4 Uspořádání pracoviště .....	17
2.4.5 Prostorové uspořádání pracovišť.....	19
2.5 Bezpečnost práce .....	22
2.6 Skladování .....	23
2.6.1 Variabilní policový regál.....	23
2.6.2 Konzolový regál.....	24
<b>3 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....</b>	<b>25</b>
3.1 O firmě Rousek s.r.o.....	25
3.1.1 Představení firmy.....	25
3.1.2 Ukázka výrobního sortimentu.....	25
3.2 Charakteristika a popis výroby.....	26
3.2.1 Vstupy .....	26
3.2.2 Sklad a řezání hutního materiálu .....	27
3.2.3 Strojní obrábění a další operace .....	27
3.2.4 Svařování.....	27
3.2.5 Příprava před lakováním .....	27
3.2.6 Montáž .....	27
3.2.7 Skladování před expedicí .....	28
3.2.8 Mezioperační skladování .....	28
3.2.9 Činnosti prováděné v kooperaci .....	28
3.3 Rozdělení a velikost stávajících ploch.....	29
3.4 Analýza materiálových toků.....	33

3.4.1	Výběr reprezentujících výrobků.....	33
3.4.2	Materiálové toky.....	35
3.5	Zhodnocení současného stavu.....	40
<b>4</b>	<b>NÁVRH USPOŘÁDÁNÍ NOVÉ VÝROBNÍ HALY .....</b>	<b>41</b>
4.1	Umístění nové výrobní haly .....	41
4.2	Požadavky na novou výrobní halu .....	42
4.3	Návrh skladovacích ploch a velikosti nové haly.....	42
4.3.1	Skladování konstrukcí lehátek .....	43
4.3.2	Přeprava konstrukcí lehátek .....	43
4.3.3	Skladování hotových lehátek .....	43
4.3.4	Přeprava hotových lehátek .....	43
4.3.5	Návrh velikosti nové výrobní haly.....	44
4.4	Návrh rozmístění trojúhelníkovou metodou .....	44
4.5	Návrhy možného uspořádání.....	46
4.5.1	Společný popis návrhů .....	46
4.5.2	Varianta 1.....	47
4.5.3	Varianta 2.....	51
4.5.4	Varianta 3.....	55
4.6	Výběr konečné varianty .....	59
4.7	Zhodnocení konečné varianty.....	61
<b>5</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>63</b>
<b>6</b>	<b>POUŽITÁ LITERATURA .....</b>	<b>64</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>66</b>
	<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>67</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>68</b>



## Seznam použitých zkratk

<b>Zkratka</b>	<b>Význam anglicky</b>	<b>Význam česky</b>
<b>DMAIC</b>	Define, Measure, Analyze, Improve, Control	Definice, Měření, Analýza, Vylepšení, Řízení
<b>ERP</b>	Enterprise resource planning	Plánování podnikových zdrojů
<b>OPT</b>	Optimized Production Technology	Optimalizace výrobního procesu identifikací úzkých míst
<b>TIG</b>	Tungsten Inert Gas	Svařování wolframovou elektrodou
<b>CNC</b>	Computer Numeric Control	Číslicové řízení počítačem

# 1 Úvod do problematiky

V současné době silné konkurence jsou kladeny velké nároky na pružnou reakci na požadavky zákazníka. Firma Rousek s. r. o. vyrábí zdravotnická lehátka, u kterých si zákazník volí zejména velikost ložné plochy a volitelné příslušenství.

Aby bylo možné na tyto požadavky včas a správně reagovat, je nutné zajistit výrobní prostory, které mohou požadovanou pružnou reakci zajistit rychle a efektivně. Současná výrobní hala není majetkem firmy, a proto bylo rozhodnuto v rámci úsporných opatření postavit vlastní výrobní halu, která umožní snížit jak fixní náklady, tak i variabilní náklady spojené se samotnou výrobou.

Cílem této diplomové práce je proto navrhnout nové uspořádání výrobní haly, do které se přesune stávající výroba firmy Rousek s. r. o.

Ke zpracování úkolů je použita metoda DMAIC pro strukturované řešení problému.

D – Define (definovat)

M – Measure (měřit)

A – Analyze (analyzovat)

I – Improve (zlepšovat)

C – Control (řídit)

Práci je možno rozdělit do dvou částí, v teoretické části jsou uvedeny nejdůležitější pojmy a definice nutné pro zpracování praktické části. V té je na základě analýzy současného stavu navržena velikost nové výrobní haly včetně potřebných skladovacích ploch. Dále jsou vypracovány tři návrhy uspořádání (layouty) nové výrobní haly. V závěru práce je dle stanovených kritérií vybrán nejvhodnější návrh k realizaci.

## 2 Logistika

Logistika je definována velmi rozdílně a uplatňuje se v nejrůznějších, na sebe navazujících, oblastech lidských činností. V širším pojetí se tedy jedná o vědu zabývající se všemi složkami výrobních i nevýrobních činností, zejména pak dopravou, manipulací s materiálem, skladováním, balením, dopravou a distribucí. Aby mohlo být dosaženo stanovených cílů jak ekonomicky, tak i ve správném čase, je třeba neustále tyto činnosti zlepšovat. [3] [10]

*„Logistika má dbát na to, aby místo příjmu bylo zásobeno podle jeho požadavků z místa dodání správným výrobkem, ve správném množství, ve správném čase za minimálních nákladů (H. C. Phol - 1988)“ [7]*

### 2.1 Cíle logistiky

Protože je zákazník nejdůležitější článek logistického řetězce, je základním a nejdůležitějším cílem logistiky uspokojování jeho potřeb. Logistický řetězec u něho začíná definicí jeho požadavků, přání či potřeb a také u něj končí tím, že mu bylo zboží bezchybně dodáno. [10]

Hlavní cíle logistiky jsou založené nejen na optimalizaci primárních složek – potřeb zákazníka, ale i na optimalizaci souvisejících služeb a nákladů. Při tom je také nutno dbát na správnou orientaci na požadavky celého trhu. [9]

Z obrázku 1 Obrázek 1 jsou zřejmé dvě hlavní kategorie cílů logistiky - prioritní a sekundární.



**Obrázek 1: Dělení a prioritizace cílů logistiky [10]**

Hlavním úkolem **prioritních vnějších cílů** je bezchybné uspokojování přání a potřeb zákazníků.

Do této skupiny cílů patří [10]:

- Zvyšování objemu prodeje
- Zkracování dodacích lhůt
- Zvyšování spolehlivosti a kvality dodávek
- Zvyšování flexibility služeb

**Cíle sekundární vnitřní** se snaží o minimalizaci těchto nákladů nutných pro dosažení prioritních vnějších cílů [10]:

- Náklady na výrobu a řízení
- Náklady na skladování
- Náklady na manipulaci
- Náklady na zásoby

**Cíle prioritní výkonové** zajišťují úroveň služeb, tedy to, aby bylo požadované zboží či materiál dostupné na správném místě a v čas požadovaný zákazníkem. [10]

**Ekonomická složka** má za úkol stanovit takovou cenu výrobku či zboží, kterou je ochoten zákazník zaplatit s ohledem na poskytovanou kvalitu. Je třeba vynaložit optimální náklady na logistické služby, kdy ještě zákazník nepocítí uje jejich nadměrnou výši. Tyto náklady jsou vynakládány v naději na získání co nejvíce zákazníků. [10]

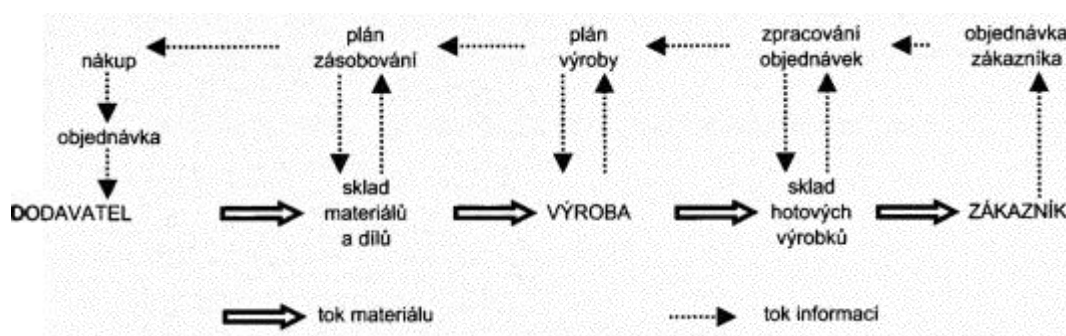
V dnešní době tržního hospodářství a velké konkurence, kdy se již výrobci podobného zboží s takřka stejnou cenou často liší pouze úrovní plnění výše uvedených cílů, získává výhodu ten výrobce, který bude tyto cíle plnit optimálněji, pravidelně a vždy ve stejné kvalitě. Další výhodu může výrobce získat i vhodným obalem, který může usnadnit přepravu či manipulaci se zbožím přímo u zákazníka. [10]

## 2.2 Řízení toku materiálu

Z předcházející kapitoly vyplývá, že je třeba často shromažďovat na jednom místě zboží, v případě výrobního podniku samotný materiál pro zhotovení požadovaného výrobku. Při tomto shromažďování vznikají materiálové toky, které jsou řízeny informacemi, a tak vznikají další informační toky. [10]

Informační toky jsou zpravidla složitější, protože je potřeba tok materiálu řídit a neustále kontrolovat současný stav. Pokud se současný stav liší od stavu požadovaného, je třeba provést opravná opatření, čímž se stává celý systém zpětnovazební. [10]

Celou situaci pak vystihuje obrázek 2, na kterém je typická situace z výrobního podniku, kde je prioritou řízení toku samotného materiálu v celém logistickém řetězci od dodavatele přes výrobu až po zákazníka. [10]



**Obrázek 2: Jednoduché schéma toků informací i materiálu. [11]**

Úzké místo je typické tím, že ovlivňuje celkový výkon logistického systému a je dle něho nutné tento systém řídit, protože se jedná o kritickou oblast. Úzké místo neovlivňuje pouze celkový výkon systému, ale má také velký dopad na poskytovanou kvalitu služeb, velikost zásob a dopravních dávek.

Úzká místa je možno řídit systémem OPT (Optimized Production Technology), který je pouze výrobní aplikací teorie omezení. [2] [20]

## 2.3 Zásoby

Zásoby na sebe váží nemalé finanční prostředky, a proto je při jejich řízení třeba správně rozhodovat, aby se eliminovala rizika spojená se zbytečnými výdaji. Tyto výdaje mohou být spojené jednak se zbytečným nákupem, manipulací a skladováním, ale také s tím, že zboží není tam, kde ho zákazník vyžaduje, a podniku tak vzniká ztráta z nerealizovaného prodeje. Proto patří volba nejpříznivější hladiny zásob k nejkritičtějším článkům logistického systému. [4]

### 2.3.1 Hlavní druhy zásob

#### A. Zásoby rozpojovací

Vznik rozpojovacích zásob je dán vložením vyrovnávacího meziskladu mezi výstup předchozího článku a vstup následujícího článku logistického systému. Tento vyrovnávací zásobník systému dovoluje v určité míře se přizpůsobit proměnlivým vnějším i vnitřním vlivům. [12]

Základní druhy rozpojovacích zásob [1] [12]:

- **Běžná (obratová) zásoba** se uplatňuje mezi dvěma dodávkami, které se předpokládají jako pravidelné. Mezi těmito dodávkami je materiál plynule spotřebováván, ale v okamžiku dodávky se skokově změní stav zásob zpravidla z minimálního na maximální stav zásob.
- **Pojistná zásoba** se vytváří z důvodu krytí výkyvů na straně vstupu, resp. na straně výstupu, kdy se může neočekávaně změnit množství či interval dodávek od dodavatele, resp. k zákazníkovi.
- **Vyrovňovací zásoba** má za úkol tlumit nerovnoměrnosti ve vztahu dodavatel-odběratel. Může se jednat o krátkodobé nerovnoměrnosti způsobené trhem nebo o nerovnoměrnosti mezi jednotlivými navazujícími pracovišti.

#### B. Zásoby na logistickém řetězci

Zásoby na logistickém řetězci se nazývají zásobami nepravými či zásobami na cestě, protože sice váží kapitálové prostředky, ale není s nimi možné nijak disponovat z důvodu jejich nedopravení na místo určení. [12]

Zásoby na logistickém řetězci se dále dělí na [12]:

- Zásoby dopravní
- Zásoby rozpracované výroby

### 2.3.2 *Diferencované řízení zásob*

V praxi je často nutné sledovat či řídit velké množství skladových položek, které však nepotřebují stejnou pozornost a je proto vhodné jejich rozdělení do určitých skupin, na které bude uplatňován rozdílný přístup.

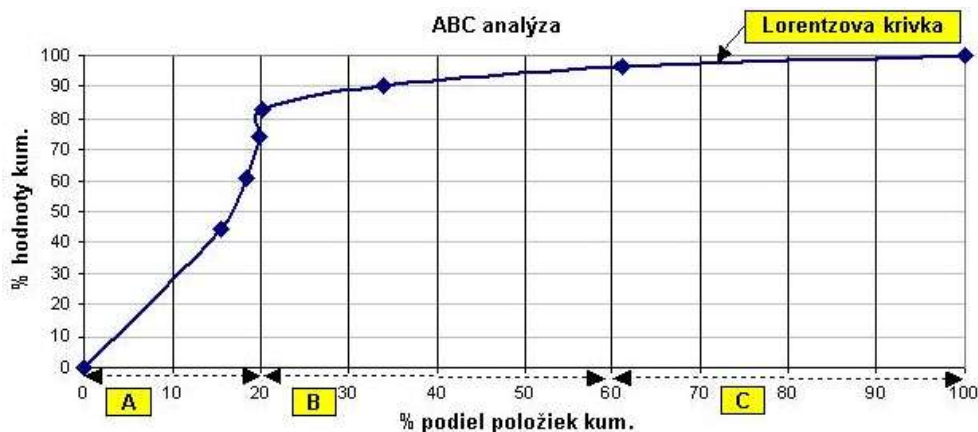
K tomuto rozdělení se využívá Paretovo pravidlo, které říká, že pouze 20 % příčin způsobuje 80 % následků. Z aplikace tohoto pravidla na sklad vyplývá, že 80 % hodnoty skladovaného materiálu tvoří pouze 20 % skladovaných položek.

Pro použití v praxi se základní poměr 80:20 nejen často upravuje, ale bylo také třeba jemnějšího rozdělení na tři (ABC), případně na čtyři kategorie (ABCD). Tyto skupiny se ve výjimečných případech dělí dále na podskupiny XYZ. Tímto jemnějším rozdělením vznikla všeobecně známá metoda ABC (ABCD). [2] [14]

Metoda ABC využívá toto rozdělení [2] [14]:

- 80 % hodnoty spotřeby tvoří položky kategorie A, které jsou z hlediska jejich sledování nejdůležitější. Množstevní a kvalitativní ukazatele je nutné určovat a zjišťovat co nejpřesněji, často individuálně.
- 15 % hodnoty spotřeby tvoří položky kategorie B a na rozdíl od položek kategorie A není nutné je řídit sofistikovanými metodami.
- 5 % hodnoty spotřeby tvoří položky kategorie C, a proto se na jejich řízení využívají často jen metody založené na odhadech či na průměrné spotřebě za minulé období.

Na obrázku 3 je zobrazená grafická prezentace výsledků ABC analýzy pomocí tzv. Lorenzovy křivky.



Obrázek 3: Grafická prezentace výsledků ABC analýzy [14]

## 2.4 Charakteristika výrobního procesu

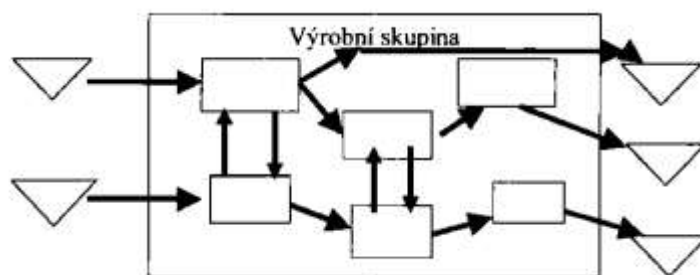
„Sledujte výrobní provoz bez předpojatostí a s otevřenou myslí. U každé věci pětkrát opakujte otázku „proč“.“

- Taiichi Ohno (jak jej cituje dokument *The Toyota Way*)“ [6]

Strojírenská výroba je charakteristická tím, že jsou jednotlivé části technologického procesu odděleny a materiál je za pomoci manipulačních úkonů přepravován z jednoho pracoviště na druhé. Tato mezioperační přeprava je často realizována s využitím vyrovnávacího skladu. Výrobní proces se dá dělit dle počtu vyráběných kusů od určitého výrobku a dle počtu těchto výrobků na kusovou, sériovou a hromadnou výrobu. [2]

### 2.4.1 Kusová výroba

Pro kusovou výrobu je typická malá opakovatelnost výroby z důvodu velkého počtu výrobků vyráběných v relativně malých počtech. [2]



Obrázek 4: Blokové schéma kusové výroby [2]

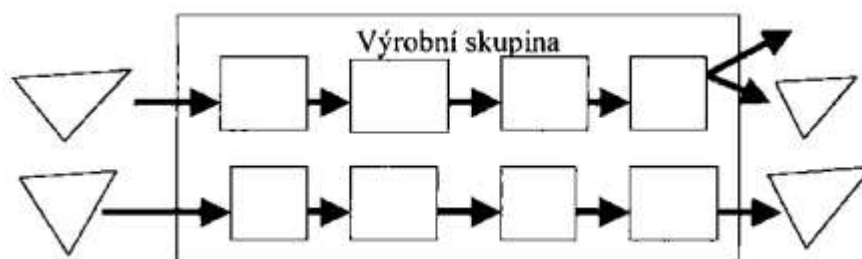


### 2.4.2 Sériová výroba

Pro sériovou výrobu je oproti kusové výrobě charakteristický menší počet vyráběných druhů výrobků s větším počtem vyráběných výrobků, které se již dají vyrábět v různě velkých sériích. [2]

### 2.4.3 Hromadná výroba

Hromadná výroba se již zabývá pouze omezeným počtem druhů výrobků vyráběných ve velkých počtech. [2]



**Obrázek 5: Blokové schéma hromadné výroby [2]**

### 2.4.4 Uspořádání pracoviště

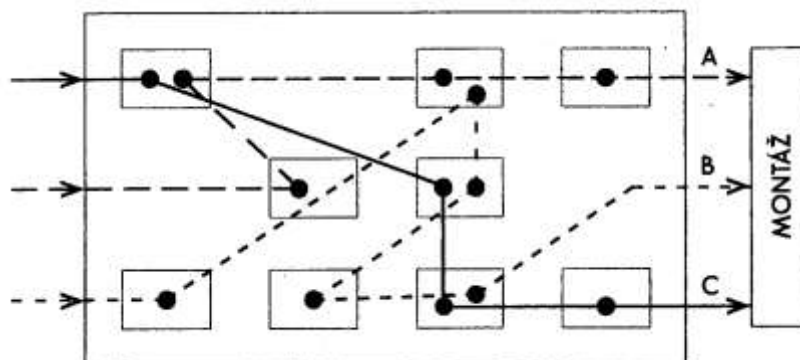
Prostorová struktura, jak často uspořádání pracovišť nazýváme, má podstatný vliv na tok materiálu. Pracoviště mohou být prostorově uspořádány dle těchto principů [2]:

- Technologické uspořádání
- Předmětné uspořádání
- Kombinované uspořádání

#### **A. Technologické uspořádání**

Jak již naznačuje název, je podstatou technologického uspořádání sdružení pracovišť se stejnou či podobnou výrobní charakteristikou do jednotlivých výrobních úseků. Pokud jsou v jednom úseku stroje pro více technologií, vybere se pro název úseku technologie v něm převažující. [2]

V typické strojírenské výrobě jsou zastoupeny nejčastěji úseky, jako je obrobna, svařovna, lisovna, tepelné zpracování, lakovna, montáž, balení a expedice. [2]

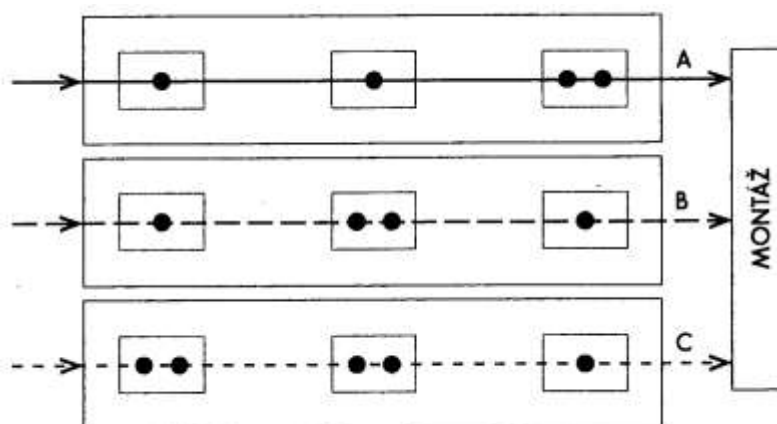


Obrázek 6: Technologické uspořádání pracovišť [8]

## B. Předmětné uspořádání

Předmět výroby, tedy výrobek, je určující pro toto uspořádání, ve kterém tak vzniknou rozmanité výrobní úseky. V těchto úsecích se pak vyrábí kompletní výrobek či jeho ucelená část. [2]

Výrobní úseky se při předmětném uspořádání mohou jmenovat například převodovky, nářadí, ozubená kola, hřídele, nápravy, kontrola a distribuce. [2]



Obrázek 7: Předmětné uspořádání pracoviště [8]

V předmětném uspořádání je typická pevná vazba jednotlivých pracovišť mezi sebou a vazba s dopravním systémem. Díky této pevné vazbě je možné využít prostor efektivně. [2]

### 2.4.5 Prostorové uspořádání pracovišť

Při návrhu uspořádání pracovišť je třeba dbát na jejich optimální rozložení v prostoru, protože je tím zásadně ovlivněn tok materiálů. Proto je nutné vždy provést důkladnou analýzu stávajícího stavu a na jejím základě hledat řešení přibližující se nejlepšímu možnému stavu. Pro hledání tohoto řešení se v praxi používají jak výpočetní metody, tak metody založené na intuici a odhadu. [2]

Nejdůležitější zásady pro návrh [2]:

- Respektovat charakter výroby
- Dbát na bezporuchovost a spolehlivost výroby
- Přizpůsobit návrh možnosti rychlých a pružných změn
- Minimalizovat náklady na realizaci
- Minimalizovat náklady na dopravu
- Optimalizovat materiálové toky
- Vyvarovat se křížení materiálového toku mezi dílčími pracovišti

#### A. Maticová (Šachovnicová) tabulka

Základem této metody je zjištění přímých i zpětných materiálových toků mezi jednotlivými pracovišti a jejich zanesení do maticové tabulky. Kvantifikačním ukazatelem přesunu může být intenzita toku materiálu  $Q$ , manipulační výkon  $P$  či jiná zvolená veličina. [2]

Na obrázku 8 Obrázek 8 je znázorněna ukázka šachovnicové tabulky, kdy jsou přímé toky zaneseny nad diagonálou a zpětné toky pod ní. [2]

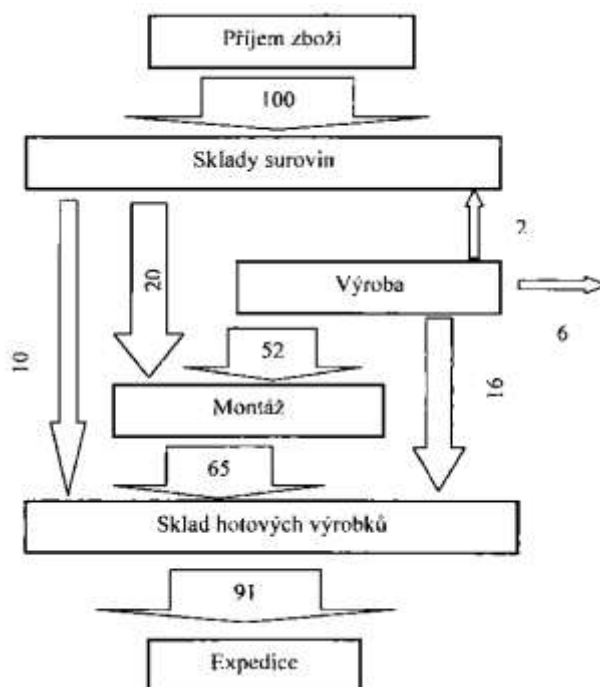
šachovnicová tabulka (odkiaľ - kam)								
odkiaľ	kam	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
P1		---	50	10	78	90	98	0
P3		10	---	0	4	9	12	17
P4		8	12	---	67	78	8	56
P5		89	0	0	---	0	89	8
P6		0	9	56	0	---	9	67
P7		9	56	8	90	89	---	73

Obrázek 8: Šachovnicová tabulka [17]

## B. Sankeyův diagram

Sankeyův diagram se využívá při grafickém zobrazení materiálového toku dle maticové tabulky. Mezi jednotlivá pracoviště (či jiné uzly) se zakreslí čáry se šipkami, kde šipka udává směr materiálového toku a tloušťka čáry znázorňuje intenzitu toku. [2]

Sankeyův diagram se může zakreslovat přímo do layoutu objektu nebo do zcela nového diagramu pro dosažení maximální přehlednosti, viz Obrázek 9. U jednoho pracoviště je pak názorně vidět počet vstupů a výstupů včetně jejich procentuálního rozdělení. [2]

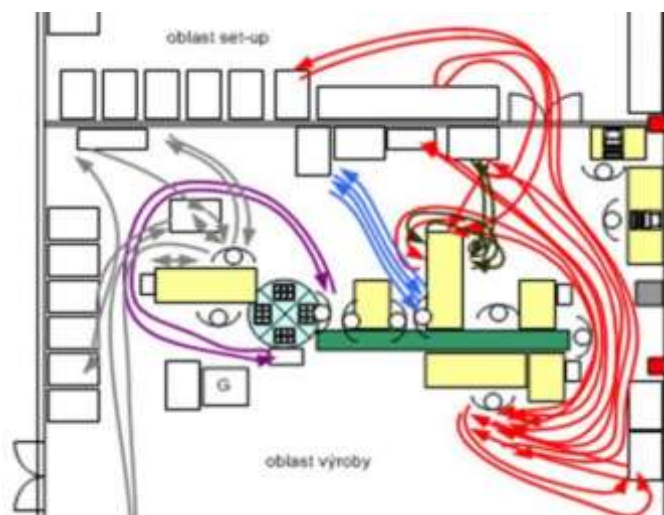


Obrázek 9: Sankeyův diagram [2]

## C. Špagetový diagram

Špagetový diagram se využívá pro znázornění pohybu materiálu, pracovníka či dokumentace za určitý časový úsek. Pro odlišení jednotlivých toků se využívá barevného odlišení anebo se kreslí do samostatných diagramů. [16] [19]

Při mapování pohybu pracovníka pomocí špagetového diagramu lze snadno odhalit zbytečné činnosti nepřidávající hodnotu. [19]



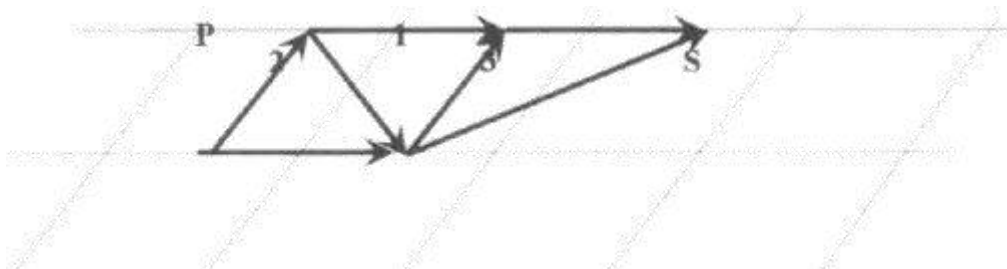
Obrázek 10: Špagetový diagram [16]

#### D. Trojúhelníková metoda

Tato metoda vychází z potřeby co nejbližšího umístění pracovišť s největší intenzitou toku materiálu a z potřeby optimalizovat vzájemnou polohu pracovišť jako celek. [2]

To tyto potřeby umožňuje splnit umíst'ování pracovišť do sítě z rovnoramenných trojúhelníků dle těchto pravidel [2]:

- Nejprve je nutné umístit pracoviště s největším průtokem materiálu, případně pracoviště s největším počtem spojníc s ostatními pracovišti.
- Postupně se umísťují pracoviště s největším průtokem materiálu k již umístěným pracovištím tak, aby byla jejich vzájemná vzdálenost či manipulační výkon co nejmenší.
- Takto se pokračuje se všemi pracovišti.



Obrázek 11: Trojúhelníková metoda [2]

## 2.5 Bezpečnost práce

Jedno z hlavních omezení při tvorbě návrhu layoutu výrobních prostor jsou požadavky na bezpečnost práce uvedené v Českých státních normách.

Například minimální velikosti průchodových a manipulačních uliček jsou dány takto [13]:

**Tabulka 1: Minimální velikosti průchodových a manipulačních uliček**

	<b>Bez přenášení břemen</b>	<b>Břemeno přenášeno v jedné ruce po boku</b>	<b>Břemena přenášena v obou rukách</b>
<b>Průchodová ulička jednosměrná</b>	Nejmenší šířka musí být 600 mm	Nejmenší šířka musí být 850 mm	Nejmenší šířka musí být 1000 mm
<b>Průchodová ulička obousměrná</b>	Nejmenší šířka musí být 750 mm	Nejmenší šířka musí být 1000 mm	Nejmenší šířka musí být 1150 mm
<b>Manipulační ulička jednosměrná</b>	$\check{S} = A + 200 + 200$ $A = \text{maximální šířka materiálu, kterým je manipulováno}$		
<b>Manipulační ulička obousměrná</b>	$\check{S} = 2A + 200 + 200 + 400$ $A = \text{maximální šířka materiálu, kterým je manipulováno}$		

Další požadavky na bezpečnost práce se týkají zejména dodržení rozestupů mezi stroji a stěnami budov, požadavky na osvětlení a protipožární bezpečnost.

## 2.6 Skladování

Skladovací systémy slouží nejen k samotnému uskladnění materiálu, také k jeho přesunu a k předávání informací o něm. Tím se stávají skladovací systémy těžce definovatelnou oblastí logistiky. [2] [4]

Základní náklady spojené se zásobami jsou tyto [5]:

- Skladovací náklady

Náklady na zásoby rostou spolu s počtem skladů či skladovaných položek, protože rostou nároky na prostor a správu. S vysokým počtem skladovaných zásob se zvyšuje riziko jejich nepoužitelnosti či neprodejnosti. Skladovací prostor si může firma také najímat anebo zakoupit ve veřejném skladu.

- Převážní náklady

Náklady na přepravu nejprve klesají díky zvyšujícím se přepravním dávkám při stejných nákladech, ale od určité chvíle je nutné do přepravního řetězce zapojit příliš mnoho zařízení a proto přepravní náklady nadále jen rostou.

Pro uskladnění skladovaného materiálu se ve výrobních firmách s kusovou a malosériovou výrobou používají zejména policové a konzolové regály.

### 2.6.1 Variabilní policový regál

Jedná se o nejčastěji využívaný skladovací systém pro materiál menších rozměrů. Jeho největší výhodou je velká variabilita nastavení polic, zářezek či dělicích stěn. [18]



**Obrázek 12: Variabilní policový regál [18]**

### *2.6.2 Konzolový regál*

Konzolový regál se dá s výhodou použít pro skladování tyčového materiálu jakéhokoliv průřezu, protože absence jeho boční stěny umožňuje snadnou manipulaci i s velmi dlouhými skladovanými kusy. Pro zajištění zejména kruhových tyčí jsou na konci ramen dorazy. [15]



**Obrázek 13: Rovnoramenný konzolový regál [15]**



### 3 Analýza současného stavu

V této kapitole bude popsán a analyzován současný stav výrobní haly.

#### 3.1 O firmě Rousek s.r.o.

##### 3.1.1 Představení firmy

Firma Rousek s.r.o. se sídlem v Novém Městě nad Metují byla založena v roce 2008, do té doby však působila na českém trhu pod jménem Rousek Roman od roku 1992. Jedná se o malou českou firmu zabývající se zejména výrobou zdravotnických lehátek a doplňků do zdravotnictví.

##### 3.1.2 Ukázka výrobního sortimentu

Vyšetřovací lehátko **GE3 SUPER** na obrázku 14 vlevo je nejsložitější výrobek z portfolia firmy. Ložná plocha je zvedána jedním elektropohonem s možností výběru ze tří druhů ovládání hlavního elektropohonu (lišťový ovladač okolo celého lehátka, ruční ovladač nebo nožní ovladač). Střední část ložné plochy se polohuje druhým menším elektropohonem ovládaným ručním ovladačem. Transport lehátka je usnadněn centrálně ovládanými kolečky.



**Obrázek 14: Lehátko GE3 SUPER (vlevo) a lehátko RS110 (vpravo) [21]**

Vyšetřovací lehátko RS110 na obrázku 14 vpravo patří k těm jednodušším a zároveň nejprodávanějším lehátkům. Má pevnou výšku, polohovací podhlavník a odnímatelné nohy pro snadnější transport k zákazníkovi přepravní službou.

## 3.2 Charakteristika a popis výroby

Výroba ve firmě by se dala stručně charakterizovat takto:

- Malosériová, zakázková výroba
- Relativně velký počet variant výrobků
- Nepravidelné zásobování

Celá výroba je řízena tahem ze strany zákazníka přesně dle požadavků na konkrétní typ a variantu výrobku. Z tohoto důvodu je relativně obsáhlý sklad polotovarů, aby samotná výroba proběhla co nejrychleji.

Celá výroba je řízena dle aktuálních objednávek bez ERP systému, tedy pouze dle zkušeností zaměstnanců a jejich schopnosti samostatně naplánovat výrobu tak, aby byly dodrženy požadované termíny expedice.

Uspořádání výrobních prostorů se od vzniku firmy a prvního nastěhování strojů moc nezměnilo. V celé výrobě jsou zastoupeny pouze konvenční stroje a na všech operacích je velký podíl manuální práce.

### 3.2.1 Vstupy

Při popisu samotné výroby je nutné začít vstupy materiálu potřebného pro výrobu. V následujících bodech budou popsány ty vstupy, které je potřeba v této práci zohlednit. Budou tak vynechány nakupované díly pro montáž a obalový materiál.

#### **A. Hutní materiál**

Jak je vidět ze Sankeyova diagramu, viz obrázek 19, tak je vstup s největším tokem vstup hutního materiálu. Hutní materiál je objednáván nepravidelně tak, aby byly vždy dodrženy úrovně minimálních zásob.

#### **B. Výpalky**

Výpalky tvoří hmotnostně velmi malý objem výroby, ale i přes to jsou ve výrobě nezastupitelné. Stejně jako hutní materiál jsou objednávány nepravidelně dle potřeby.

## C. Čalouněné desky

Protože si každý zákazník si může zvolit barvu a rozměr ložné plochy lehátka, zasílají se objednávky čalouněných desek také nepravidelně.

### 3.2.2 Sklad a řezání hutního materiálu

Hutní materiál je skladován a zpracováván ve sklepních prostorech, kam je dopravován malým oknem a uskladněn v příslušných regálech. Výjimkou jsou nerezové trubky, které jsou kvůli své citlivosti povrchu rovnou rozřezány, zabroušeny a přepraveny po schodech k dalšímu zpracování.

Materiál se zde dělí nejčastěji kotoučovou pilou a okrajově pilou pásovou.

### 3.2.3 Strojní obrábění a další operace

Po přepravení materiálu po lomených schodech ze sklepních prostor se provádí jeho další zpracování na konvenčních strojích.

Strojní zařízení tvoří soustruh, frézka, několik stojanových vrtaček, malý hydraulický lis, ruční šroubový lis, pákové nůžky, dvě hydraulické ohýbačky a jedna ohýbačka ruční.

### 3.2.4 Svařování

Přes svařovnu projde naprostá většina zpracovaného materiálu. Jedno hlavní svářecí pracoviště slouží ke sváření většiny svařenců. Druhé pak slouží k občasnému svařování podsvarků.

### 3.2.5 Příprava před lakováním

Všechny díly, které je potřeba lakovat, se čistí ručně. V případě realizace druhé etapy výstavby nové haly je v plánu zakoupit otryskávačku, která čištění lehátek velmi usnadní.

### 3.2.6 Montáž

Po přivezení konstrukcí lehátek a dalších dílů z lakovny se lakované díly připraví pro samotnou montáž. Tato příprava spočívá v odstranění krytek, začištění závitů

a dalších kontaktních ploch. Poté se již provádí samotná montáž, kterou většinou vykonává jeden až dva pracovníci.

### *3.2.7 Skladování před expedicí*

Ve stávajících prostorech není dostatek souvislé plochy, která by umožňovala pohodlné skladování všech výrobků před expedicí, a proto je nutné důkladně plánovat výrobu tak, aby nebylo zapotřebí skladovat větší množství výrobků, protože by jim musely být vyhrazeny další plochy omezující výrobu na ostatních pracovištích.

### *3.2.8 Mezioperační skladování*

V současné hale tvoří v podstatě všechny nevýrobní plochy skladovací prostory. V policových regálech se skladují drobnější díly. V pojízdných jednostranných konzolových regálech jsou skladovány svařence ráků s výškou 230 mm připravené na přepravu do lakovny nebo svařence z lakovny již přivezené. Svařence ráků s výškou cca 500 mm se skladují na podlaze a pro zajištění stohovatelnosti jsou mezi svařence vkládány speciální proložky.

### *3.2.9 Činnosti prováděné v kooperaci*

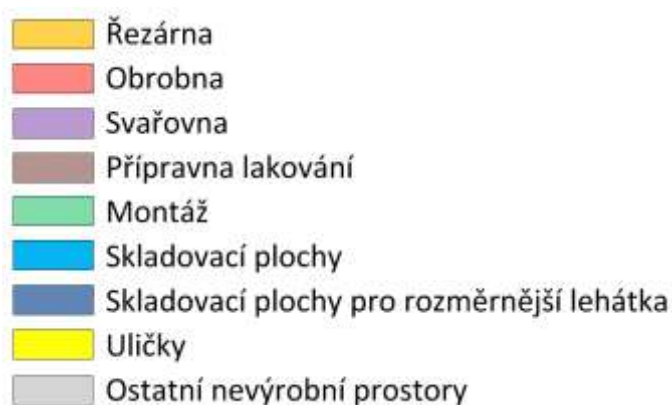
Jelikož firma nedisponuje několika potřebnými pracovišti, zadávají se tyto činnosti do kooperace v nedalekých firmách:

- Lakování konstrukcí lehátek
- Skružování ochranných ráků
- Pozinkování a poniklování drobných dílů
- CNC obrábění tvarově složitých dílů
- Lisování na 10t hydraulickém lisu
- Sváření nerezových trubek metodou TIG

### 3.3 Rozdělení a velikost stávajících ploch

K analýze stávajícího uspořádání výroby je také třeba identifikovat, rozdělit a změřit jednotlivé výrobní i nevýrobní plochy.

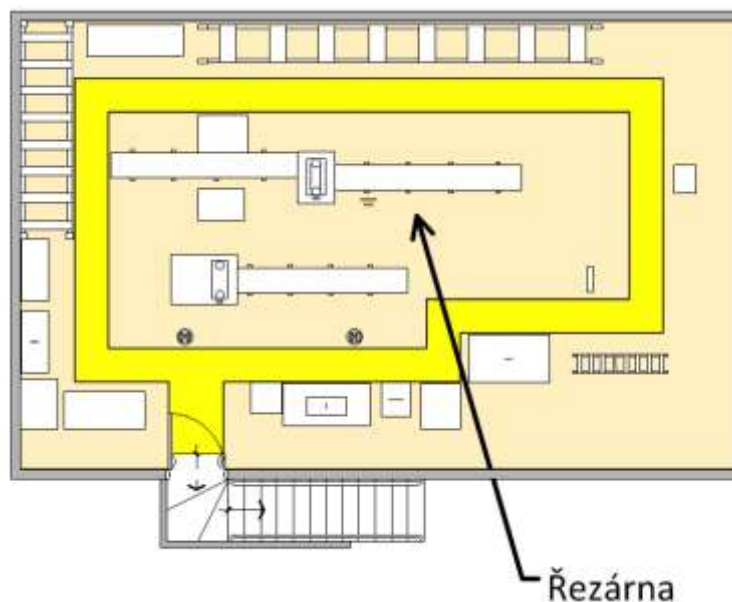
Na následujícím obrázku je zobrazena legenda rozdělení jednotlivých ploch. Tato legenda platí pro všechny layouts v celé práci.



**Obrázek 15: Barevné označení ploch**

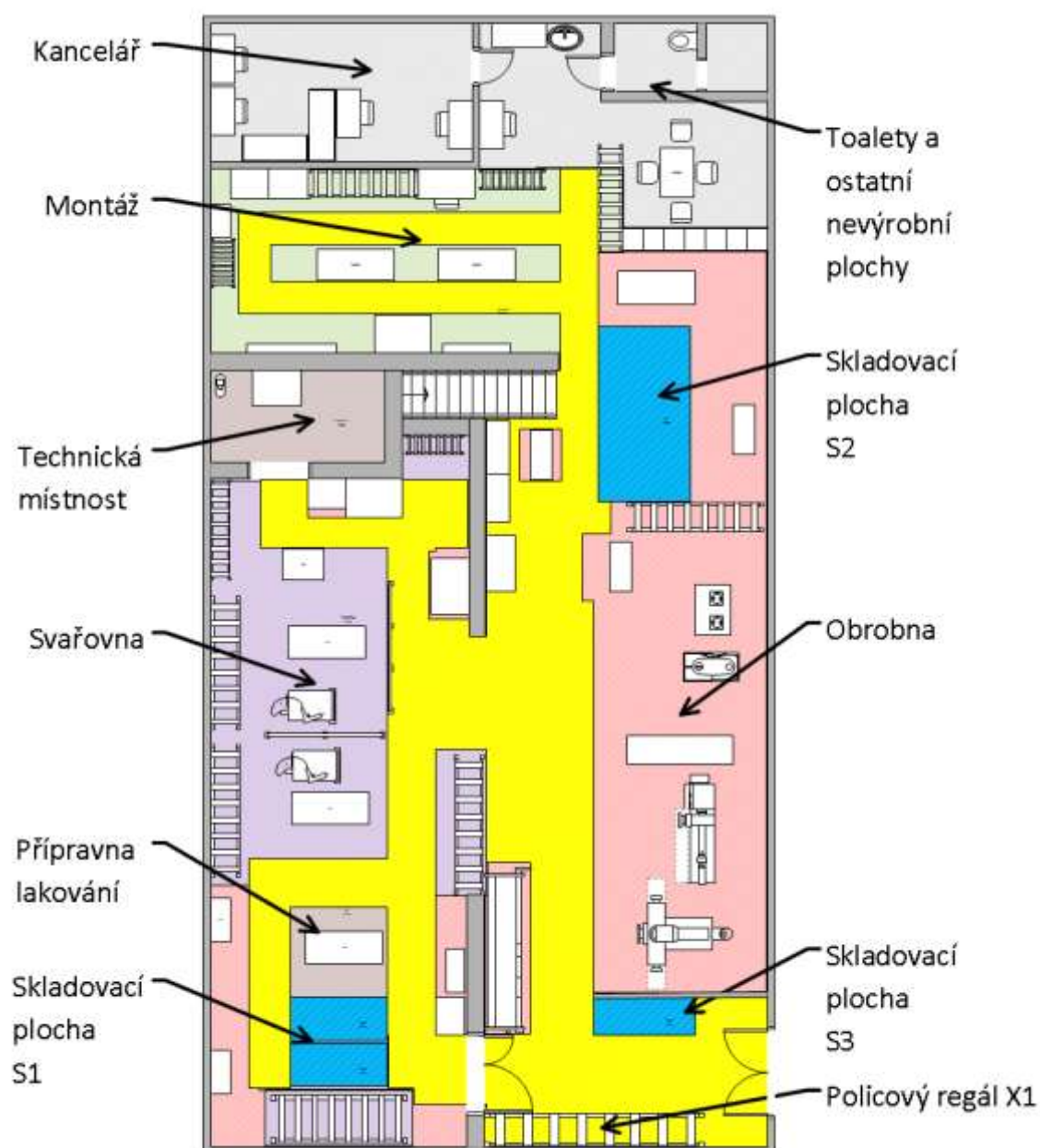
Pro větší přehlednost je provedeno rozdělení ploch v layoutu a zanesení materiálového toku zpracovány vždy odděleně v samostatných obrázcích.

Na obrázku 16 je zobrazen layout řezárny s již nevyhovujícími prostory. V těch je manipulace s hutním materiálem často komplikovaná kvůli malým uličkám, protože je materiál dodáván nejčastěji v délce 3 nebo 6 metrů. Nevyhovující je také vynášení zpracovaného materiálu po lomených schodech.



**Obrázek 16: Současný stav – označení ploch v řezárně**

Na následujícím obrázku 17 jsou vyznačeny výrobní úseky a vyhrazené skladovací plochy. Skladovací plochy S2 a S3 jsou primárně určené pro hotové výrobky připravené k expedici, ale v případě potřeby se mohou skladovat výrobky připravené k expedici vedle policového regálu X1. Toto řešení je však nevýhodné z důvodu uzavření dveří mezi skladovací plochou S1 a vstupními vraty, a které vede k prodloužení materiálového toku z přípravy před lakováním.



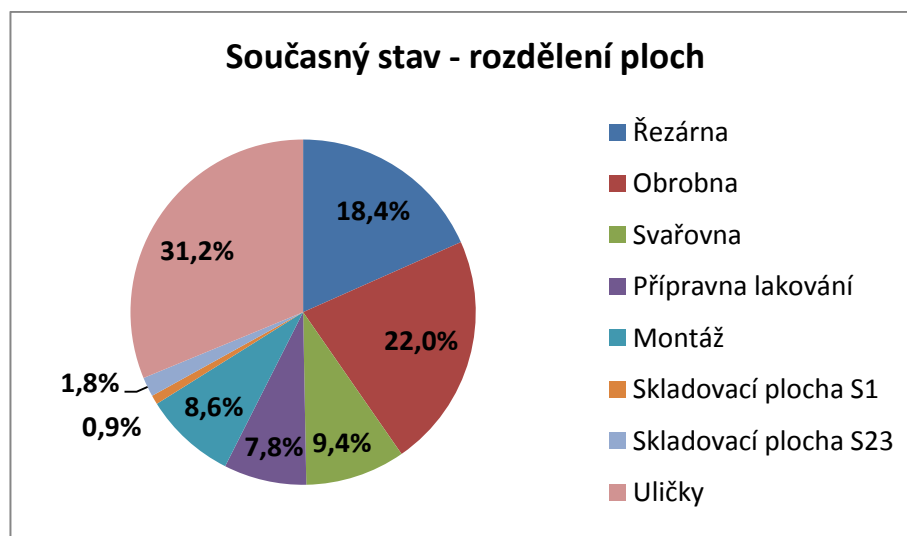
**Obrázek 17: Současný stav – označení ploch a výrobních úseků**

Protože se jedná o přesun výroby do nových prostor, byly po domluvě s konzultantem zahrnuty skladovací plochy s regály přímo do velikostí výrobních úseků uvedených v tabulce 2. Regály se totiž až na jeden všechny přesunou do nové haly a budou zařazeny do stejných výrobních úseků jako doposud. Nepřesune se pouze policový regál X1, ve kterém jsou primárně pouze distribuované výrobky a bude využit v administrativní budově ke stejným účelům jako doposud.

**Tabulka 2: Velikost jednotlivých ploch – současný stav**

Název	Velikost
Řezárna	58,0 m <sup>2</sup>
Obrobna	69,5 m <sup>2</sup>
Svařovna	29,6 m <sup>2</sup>
Přípravná lakování	24,5 m <sup>2</sup>
Montáž	27,3 m <sup>2</sup>
Skladovací plocha S1	2,7 m <sup>2</sup>
Skladovací plocha S2 + S3	5,8 m <sup>2</sup>
Ulička	100,7 m <sup>2</sup>
<b>Celková výrobní a pomocná plocha</b>	<b>318,1 m<sup>2</sup></b>
Ostatní nevýrobní plochy	45 m <sup>2</sup>
<b>Celková plocha</b>	<b>363,1 m<sup>2</sup></b>

Pro snazší možnost porovnání rozdělení ploch stávajícího stavu s nově navrženými variantami v kapitole 4.4 byly vyjmuty z grafu na obrázku 18 ostatní nevýrobní plochy. Ty budou mít v navržených layoutech jinou velikost.



**Obrázek 18: Rozdělení ploch – současný stav**



### 3.4 Analýza materiálových toků

V této kapitole bude provedena analýza vnitropodnikových materiálových toků. Na základě výsledků z této analýzy bude vypracováno několik variant nových výrobních prostor. Všechna data jsou z roku 2010 a intenzity toků materiálu jsou uvedeny v kg za rok 2010.

#### 3.4.1 Výběr reprezentujících výrobků

Pro analýzu vhodných kandidátů reprezentujících výrobků je třeba provést ABC analýzu výrobního sortimentu firmy.

V tabulce 3 je provedena ABC analýza dle názvu lehátek.

**Tabulka 3: ABC analýza vyráběných lehátek dle typu**

Lehátko	Řada	Podíl prodaných lehátek v %	Podíl prodaných lehátek kumulativně v %	Kategorie
<b>RS110</b>	Pevné	23,9	23,9	A
<b>PL120</b>	Transportní pevné	19,6	43,5	A
<b>RS100_Odp</b>	Pevné	13,3	56,8	A
<b>RS100</b>	Pevné	9,4	66,3	A
<b>GP2</b>	Transportní výškově stavitelné	7,1	73,3	A
<b>GH1</b>	Genetic	5,7	79,0	A
<b>GK1</b>	Genetic	5,5	84,5	B
<b>GH2_64</b>	Genetic	3,9	88,4	B
<b>GK2</b>	Genetic	2,9	91,4	B
<b>GH2_45</b>	Genetic	2,0	93,3	B
<b>GE1</b>	Genetic	2,0	95,3	B
<b>GE2_64</b>	Genetic	1,8	97,0	C
<b>GE3_Super</b>	Genetic	1,2	98,2	C
<b>GE2_45</b>	Genetic	1,2	99,4	C
<b>GE3_Classic</b>	Genetic	0,4	99,8	C
<b>GH3_Classic</b>	Genetic	0,2	100,0	C

Dle tabulky 3 se jeví jako snadné řešení pouhé zvolení lehátek z kategorie A, ale kvůli modularitě a podobnosti značné části komponent v lehátkách řady GENETIC je třeba další analýzy dle konstrukční řady.

V následující tabulce 4 je provedena další ABC analýza lehátek sdružených dle konstrukčních řad, ve kterých si jsou podobné prvky zejména ve spodních rámech.

**Tabulka 4: ABC analýza vyráběných lehátek dle konstrukční řady**

<b>Řada</b>	<b>Podíl prodaných lehátek v %</b>	<b>Podíl prodaných lehátek kumulativně v %</b>	<b>Kategorie</b>
<b>Pevné</b>	46,7 %	46,7 %	A
<b>Genetic</b>	26,7 %	73,3 %	A
<b>Transportní pevné</b>	19,6 %	92,9 %	B
<b>Transportní výškově stavitelné</b>	7,1 %	100,0 %	C

V další tabulce 5 jsou lehátka rozdělena do skupin se stejným počtem dílů ložné plochy. V tomto případě jsou stejné či velmi podobné konstrukční prvky horních rámců.

**Tabulka 5: ABC analýza vyráběných lehátek dle počtů dílů ložné plochy**

<b>Typ</b>	<b>Podíl prodaných lehátek v %</b>	<b>Podíl prodaných lehátek kumulativně v %</b>	<b>Kategorie</b>
<b>Dvojdílné</b>	62,4 %	62,4 %	A
<b>Jednodílné</b>	35,9 %	98,2 %	B
<b>Trojdílné</b>	1,8 %	100,0 %	C

Na základě tabulek 3, 4, 5 a toho, že má transportní lehátko GP2 několik konstrukčních prvků z řady Genetic, je třeba vybrat za reprezentující výrobky všechna vyráběná lehátka.

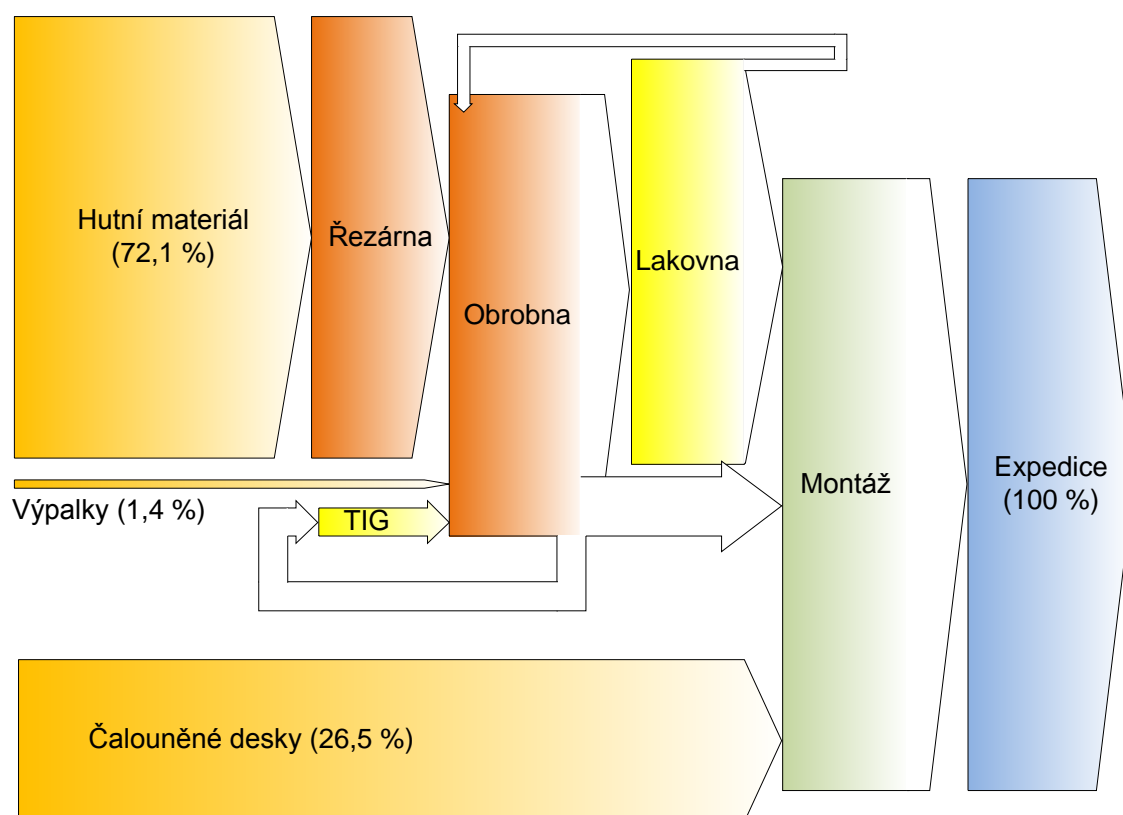
### 3.4.2 Materiálové toky

Jak již bylo uvedeno v kapitole 3.4.1, je třeba analyzovat materiálové toky pro výrobu všech typů vyráběných lehátek, a tudíž pro všechny díly, ze kterých jsou vyrobeny.

Analýza materiálových toků byla započata exportem kusovníků z programu Money S3 a jejich kontrolou a porovnáním s výkresovou dokumentací.

Poté byla pro všechny díly provedena ABC analýza podle objemu jejich výroby v kilogramech ročně. K jednotlivým dílům z kategorie A byly zapsány podle technologických výkresů jednotlivá pracoviště, na kterých se tyto díly vyrábí. Výsledné intenzity toku materiálu mezi jednotlivými pracovišti je uvedena v příloze 1.













Pro názornost byly intenzity materiálových toků zakresleny do Sankeyova diagramu, který je na následujícím obrázku 19 nakreslen pro ucelené výrobní úseky.



**Obrázek 19: Sankeyův diagram pro výrobní úseky**

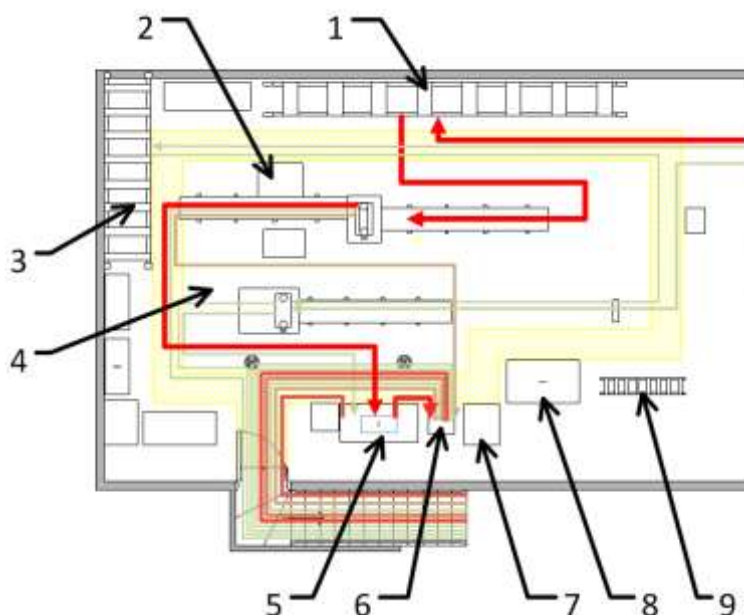
Dále byla provedena opět ABC analýza pro intenzity materiálových toků mezi pracovišti a na základě expertního odhadu konzultanta jsou zohledněny intenzity materiálových toků kategorie A a B. Ty pak tvoří cca 95% celkové intenzity toku materiálu mezi pracovišti.

Intervaly barevného rozlišení intenzity materiálového toku a přiřazené tloušťky čar jsou uvedeny na obrázku 20 a jsou využity ve všech špagetových diagramech a obrázcích s vyznačením intenzity materiálového toku.

1. hodnota	2. hodnota	Barva výplně	
7500 kg	20000 kg		
4000 kg	7500 kg		
2000 kg	4000 kg		
1500 kg	2000 kg		
1000 kg	1500 kg		
0 kg	1000 kg		

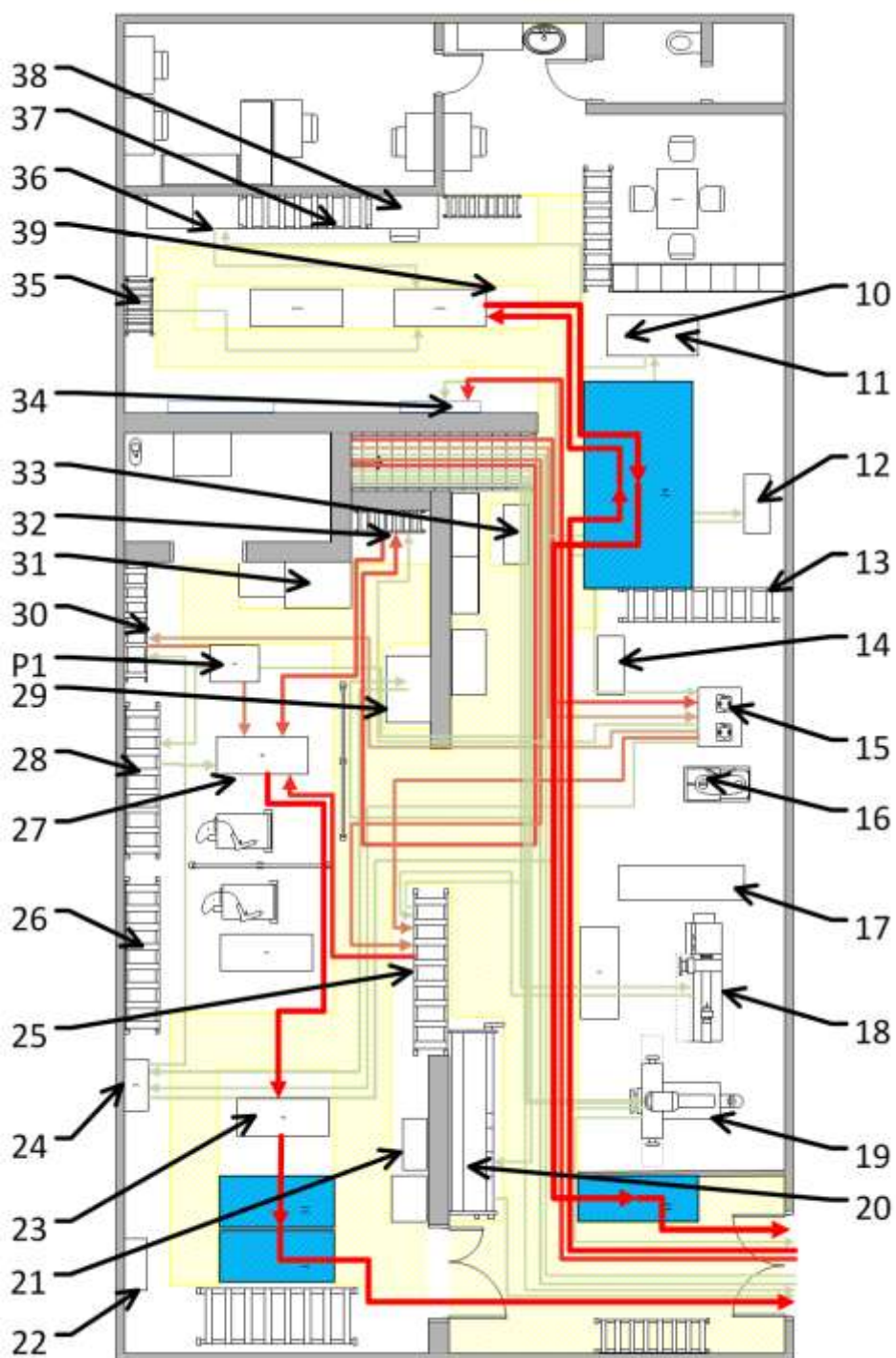
**Obrázek 20: Intervaly barevného rozlišení intenzity materiálového toku**

Špagetový diagram pro materiál na obrázku 21 vznikl zanesením intenzit toku materiálu kategorií A a B do layoutu řezárny. Žlutě jsou vyznačeny uličky a legenda pro intenzity materiálových toků je na obrázku 20 výše. Legenda pro značení pracovišť, na nichž se vyrábějí díly kategorie A, je v tabulce 5 (kompletní legenda je uvedena v příloze 2).



**Obrázek 21: Stávající stav - špagetový diagram řezárny**

Na obrázku 22 je zobrazen špagetový diagram pro materiál, který se zpracovává v přízemí. Žlutě jsou označeny uličky a modře skladovací plochy. Stejně jako pro obrázek 21 výše platí legenda pro intenzity materiálových toků na obrázku 20.



**Obrázek 22: Stávající stav - špagetový diagram výrobní haly**

Pro přehlednost jsou v následující tabulce (legendě) uvedeny pouze ty stroje, regály a pracoviště, na kterých se vyrábí díly kategorie A. Celá tabulka je pak uvedena v příloze 2.

**Tabulka 6: Intenzita toku materiálu pro jednotlivá pracoviště**

ID	Název	Intenzita toku materiálu [kg/rok]
1	Regál 1	10102
2	Kotoučová pila	10102
3	Regál 3	618
4	Pásová pila	1126
5	Bruska	9147
6	Kartáčová bruska	7825
11	Ruční lis	301
12	Hydraulický lis	445
15	Vrtačka (2x)	4474
16	Vrtačka	764
18	Soustruh	119
19	Frézka	736
20	Ohýbačka hydraulická	438
23	Přípravná lakování	10019
24	Leštička	1275
25	Regál 25	4653
27	Švařovna	10934
28	Regál 28	781
29	Stůl	1037
30	Regál 30	1652
31	Stůl	180
32	Regál 32	3234
35	Regál 35	397
36	Skříňka	301
37	Regál 37	218
39	Montážní stůl	15573
40	Expedice	15573
104	Kooperace - svařování TIG	729
107	Kooperace - lakovna	10344
201	Vstup - výpalky	218
202	Vstup - čalouník	4127
200	Vstup - hutní materiál	11228

### 3.5 Zhodnocení současného stavu

Při analýze současného stavu vyplynuly zejména níže uvedené nedostatky.

Sklad a řezání hutního materiálu:

- Nedostačující manipulační uličky s protisměrnými materiálové toky
- Veškerý zpracovaný hutní materiál je přepravován po schodech ze sklepa do přízemí
- Nevhodné uspořádání strojů, kotoučová pila č. 4 by měla být na místě pásové pily č. 2 a naopak

Montáž:

- Montáž je špatně situovaná, měla by být spolu s kanceláří umístěna co nejbližší vstupních vrat
- V současném uspořádání je špatný přístup k druhému pojízdnému montážnímu stolu a při pohybu materiálu z/na toto pracoviště je třeba přerušit montáž na prvním montážním stole

Svařovna:

- Regály 25 a 32 s vysokou intenzitou toku materiálu jsou umístěny daleko od hlavního svařovacího stolu
- Svařovna je nedostatečně oddělena od zbytku pracovních prostor

Další nedostatky:

- Skladovací prostory S1, S2 a S3 jsou malé
- Nedostatek únikových cest

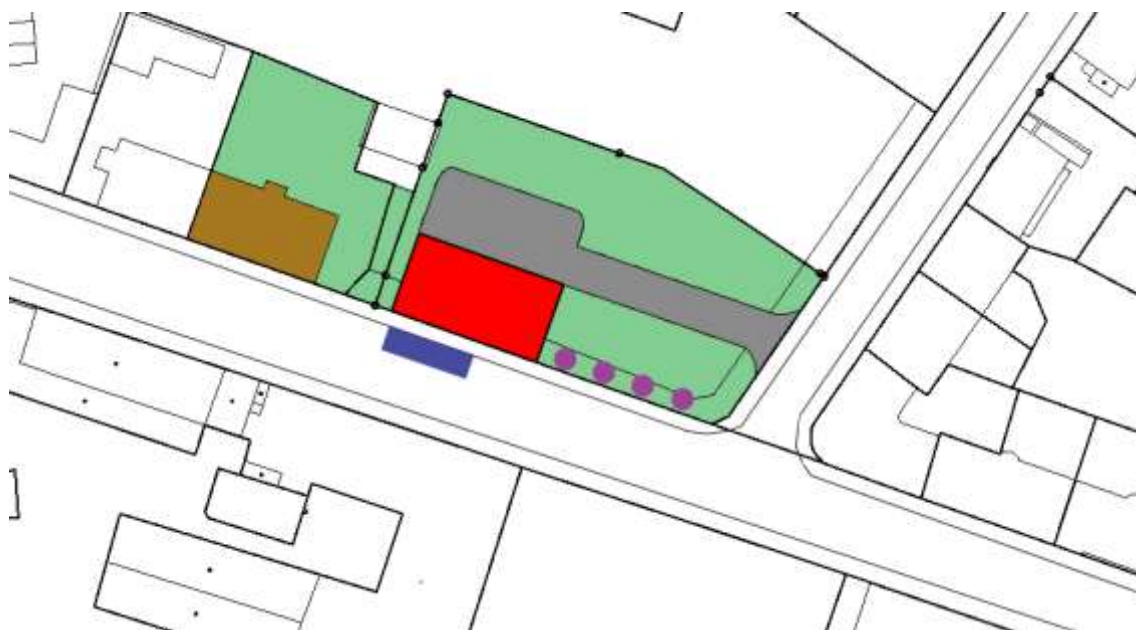


## 4 Návrh uspořádání nové výrobní haly

V této kapitole bude navrženo několik možných uspořádání výrobní haly a bude vybrána nejvhodnější varianta.

### 4.1 Umístění nové výrobní haly

Nová výrobní hala bude situována v Novém Městě nad Metují nedaleko vlakového nádraží a původní výrobní haly. Na obrázku 23 jsou **zeleně** vyznačeny pozemky firmy Rousek s. r. o., **hnědě** administrativní budova, **červeně** navrhovaná výrobní hala. Příjezdová komunikace musí být kvůli **modře** značené autobusové zastávce a kvůli **fialově** značeným stromům vedena z vedlejší pozemní komunikace a je značena **šedě**.



**Obrázek 23: Situační plán s administrativní budovou a novou výrobní halou**

## 4.2 Požadavky na novou výrobní halu

Po konzultaci s vedením firmy byly vzneseny tyto požadavky, které je nutné při návrhu nové haly respektovat:

- Dané umístění haly dle obrázku 23
- Expedice co nejbližší administrativní budově
- Rozměry modulu: šířka 13 m, délka 7 m
- Skladovací plocha S1: minimálně 10 svařených konstrukcí lehátek
- Skladovací plochy S2 a S3: sloučit do jedné skladovací plochy o velikosti minimálně pro 10 lehátek nebo nalakovaných konstrukcí
- Přesunutí regálu X1 do administrativní budovy
- Toalety a technická místnost 21m<sup>2</sup>, denní místnost 20m<sup>2</sup>

## 4.3 Návrh skladovacích ploch a velikosti nové haly

Pro návrh skladovacích ploch je nejprve nutné určit kolik a jakých výrobků je třeba skladovat. Rozdělení požadovaných 10 lehátek bylo provedeno pro 5 nejprodávanějších typů lehátek dle roční statistiky prodeje. Tato hodnota byla stanovena na základě expertního odhadu konzultanta. Toto rozdělení je uvedeno v tabulce 7.

**Tabulka 7: Rozdělení skladovaných výrobků**

Typ lehátka	Zastoupení typu lehátka ve vybrané skupině v %	Počet skladovaných kusů
<b>RS110</b>	32,6	3
<b>PL120</b>	26,7	3
<b>RS100_Odp</b>	18,2	2
<b>RS100</b>	12,8	1
<b>GP2</b>	9,6	1
<b>Celkem</b>	<b>100</b>	<b>10</b>

Pro skladování jsou uvažovány nejčastější rozměry výrobků. Výjimečně se vyrábí lehátka s větší ložnou plochou. Tyto největší možné rozměry jsou uvažovány hlavně u šíře manipulační uličky, protože nejsou rozdíly ve velikostech diametrálně odlišné.

Pro toto řešení pak stačí zajistit minimálně jedno skladovací místo s dobrým přístupem ze dvou stran, čímž bude dostatečně zajištěna průchodová ulička.

#### 4.3.1 *Skladování konstrukcí lehátek*

- Stav: neočištěné, očištěné, nalakované
- Typické rozměry: šířka 620 mm, délka 1700 mm
- Velikost skladovacího místa: šířka 1250 mm, délka 2300 mm (2,9 m<sup>2</sup>)
- Výška: 230 mm až 500 mm
- Počet kusů na 1 skladovací místo: 5 kusů pro svařence vysoké do 230 mm  
(uskladnění v konzolovém mobilním regálu)
- Počet kusů na 1 skladovací místo: 2 kusy pro svařence vyšší než 230 mm
- Umístění:
  - Plocha S1: neočištěné, očištěné
  - Plocha S23: lakované

#### 4.3.2 *Přeprava konstrukcí lehátek*

- největší rozměry svařenců: šířka 800 mm, délka 1800 mm
- šířka uliček minimálně 1200 mm tam, kde se manipuluje se svařenými konstrukcemi

#### 4.3.3 *Skladování hotových lehátek*

- Stav: nezabalená, zabalená, zabalená na paletě
- Typické rozměry: šířka 750 mm, délka 2020 mm
- Velikost skladovacího místa: šířka 1350 mm, délka 2520 mm (3,4 m<sup>2</sup>)
- Výška: 500 mm až 800 mm (bez palety)
- Počet kusů na 1 skladovací místo: 2 kusy
- Umístění: Plocha S23

#### 4.3.4 *Přeprava hotových lehátek*

- Rozměry nejrozměrnějšího lehátka: šířka 1050 mm, délka 2050 mm
- Šířka uliček: minimálně 1450 mm

#### 4.3.5 Návrh velikosti nové výrobní haly

Skladovací plocha S1 je složena minimálně ze 4 skladovacích míst o velikosti  $2,9 \text{ m}^2$  a má celkovou minimální plochou  $11,6 \text{ m}^2$ . Skladovací plocha S23 je složena minimálně z 5 skladovacích míst o velikosti  $3,4 \text{ m}^2$  a má celkovou minimální plochou  $17 \text{ m}^2$ .

Pro návrh nové výrobní haly byl vzat jako výchozí údaj „Celková výrobní a pomocná plocha“ z tabulky 2, od ní byla odečtena velikost původních skladovacích ploch, které budou nahrazeny většími skladovacími plochami. Na závěr byly přičteny velikosti nově navržených skladovacích ploch, velikost denní místnosti a toalet

**Tabulka 8: Minimální velikost celkové plochy**

Název plochy	Velikost [ $\text{m}^2$ ]
Původní celková výrobní a pomocná plocha	318,1
Původní skladovací plochy S1, S2, S3	- 13,0
Nová skladovací plocha S1	11,6
Nová skladovací plocha S23	17,0
Toalety, technická a denní místnost	41,0
<b>Minimální celková plocha celkem</b>	<b>374,7</b>

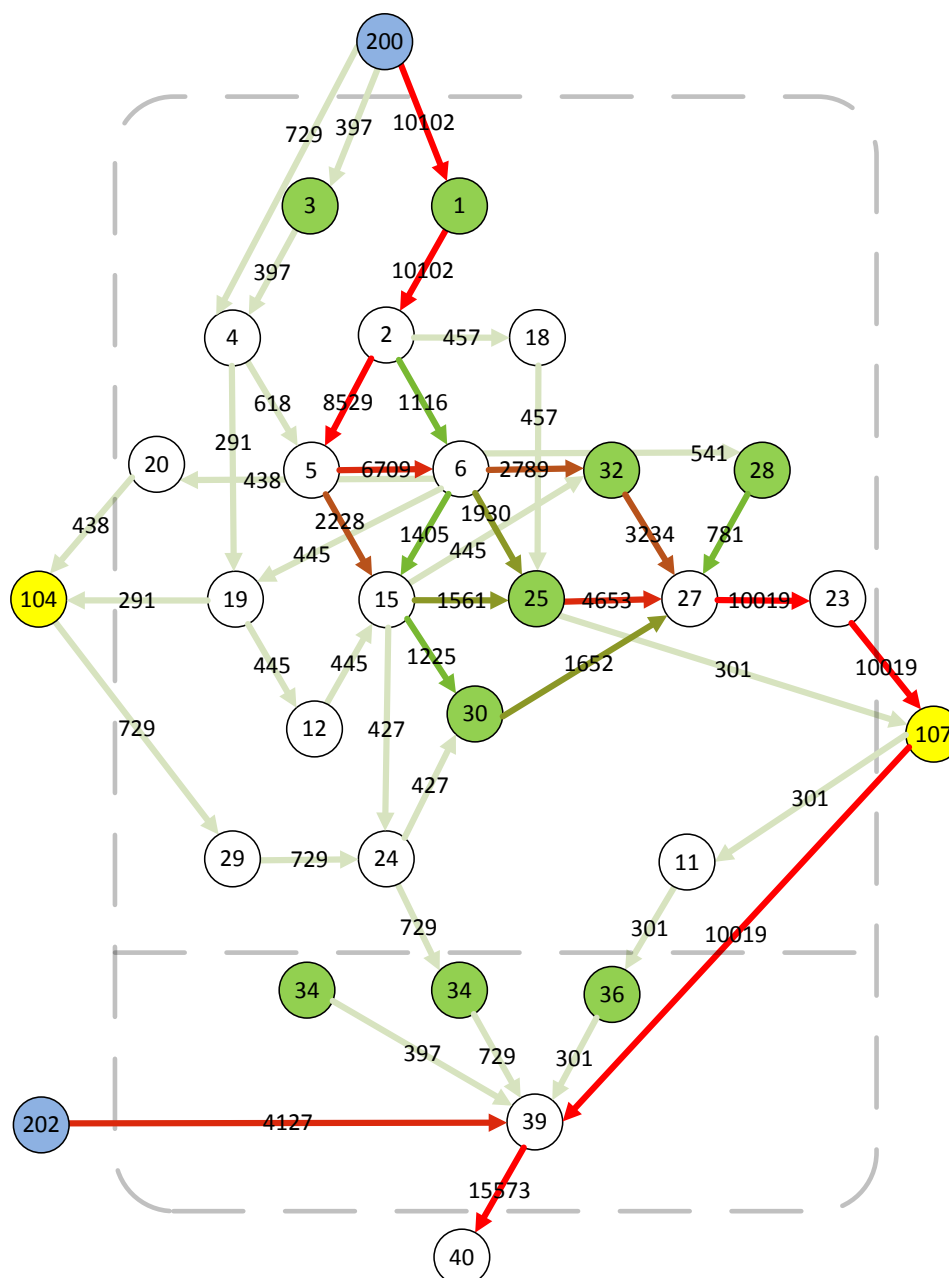
Pro danou velikost modulů se šířkou 13 m a délkou 7 m (plocha  $91 \text{ m}^2$ ) je třeba sestavit novou halu z 5 těchto modulů (plocha  $455 \text{ m}^2$ ). Pokud by byla ve stávajících výrobních prostorech správně dimenzována velikost uliček a pracovišť, byla by v nové hale volná plocha  $71,3 \text{ m}^2$ , takto bude velká část této volné plochy využita na zvětšení výrobních a pomocných ploch včetně případného zvětšení skladovacích ploch S1 a S23.

#### 4.4 Návrh rozmístění trojúhelníkovou metodou

Pro návrh teoretického umístění byla použita trojúhelníková metoda. Kvůli prostorovým omezením lze výsledky použít pouze jako pomůcku při návrhu reálných layoutů, protože názorně ukazuje vztahy mezi jednotlivými pracovišti.

Na obrázku 24 je již vidět samotné rozmístění trojúhelníkovou metodou. Legenda k číslům pracovišť je uvedena v tabulce 6.

Pro snazší orientaci jsou vstupy označeny **modře**, činnosti prováděné v kooperaci **žlutě** a skladování regálech **zeleně**. Čísla u jednotlivých čar jsou intenzity toku materiálu v kg/rok.



**Obrázek 24: Rozmístění pracovišť trojúhelníkovou metodou**

## 4.5 Návrhy možného uspořádání

### 4.5.1 Společný popis návrhů

U všech pracovišť byly navrženy jejich rozměry dle operací s největším zpracovávaným dílem. Rozměry pracovišť jsou vyznačeny plochami s tmavší barvou okolo nich.

Pro snazší uskladnění hutního materiálu dodávaného v 6 m tyčích a pro minimalizaci tepelných ztrát v chladném období jsou použita dvě malá okénka vedle vstupních vrat.

Skladovací plochy S1 a S23 budou umístěny co nejblíže vratům, aby vykládky či nakládky skladovaných konstrukcí či lehátek probíhaly dostatečně rychle a bez zbytečné manipulace.

Ve všech variantách layoutů je u skladovacích ploch S1 a S23 počítáno s jedním skladovacím místem pro rozměrnější lehátka a toto místo je v layoutu odlišeno vždy tmavší barvou a je okolo něho dostatek místa pro zajištění průchodové uličky a bezpečných rozestupů

Bruska (č. 5) a kartáčová bruska (č. 6) musí být umístěny vedle sebe z důvodu společného odsávání. Také vrtačky (č. 15) a (č. 16) je vhodné umístit vedle sebe z důvodu navazujících operací v technologických postupech u nemalého počtu dílů kategorie B a z důvodu využitelnosti upínací plochy vrtačky č. 16 jako pomocné opěrné plochy při zpracování dlouhých dílů kategorie A (typicky bočnice lehátek).

Celá svařovna je od ostatních prostor oddělena. Průchody jsou řešené dveřmi nebo PVC lamelovými clonami s UV filtrem (pevné, shrnovací či posuvné). Oba svářečí stoly mají stejnou vzájemnou polohu a orientaci kvůli co nejmenšímu prodloužení potřebných vzdáleností k obslužení druhého, méně využívaného, pracoviště a také pro co největší zkrácení potřebných přepravních vzdáleností při výrobě zbývajících dílů kategorie B a C.

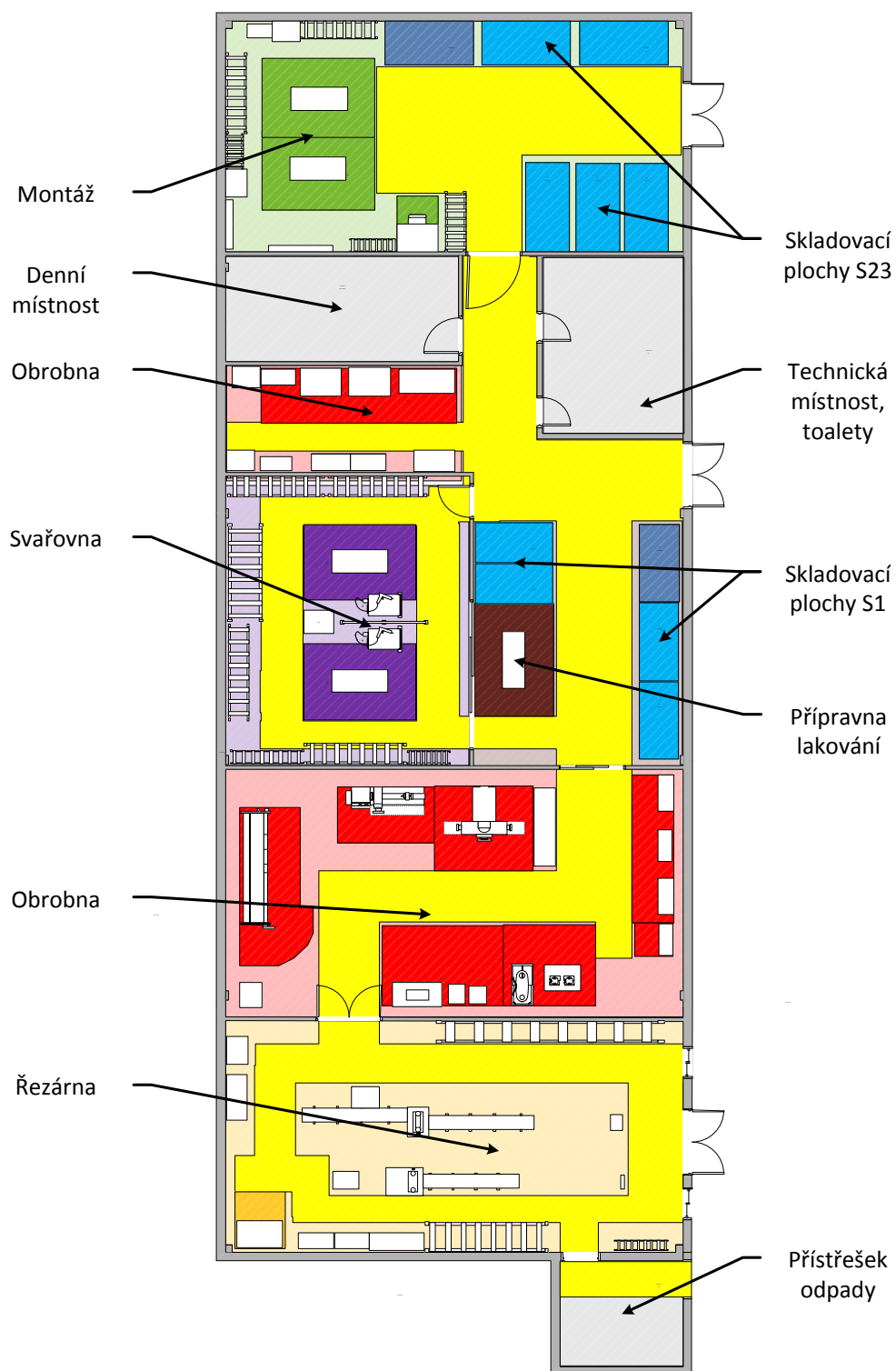
#### 4.5.2 *Varianta 1*

##### **A. Popis varianty 1**

V této variantě bylo hlavní snahou vytvořit ucelenou plochu pro hlavní část obrobny s obráběcími stroji. Malá část obrobny sloužící pro drobné zámečnické práce je umístěna poblíž montáže, protože právě tam směřuje většina dílů.

V hlavní části obrobny pak byla také snaha o vytvoření jedné uličky, po které by se materiál pohyboval pouze jedním směrem.

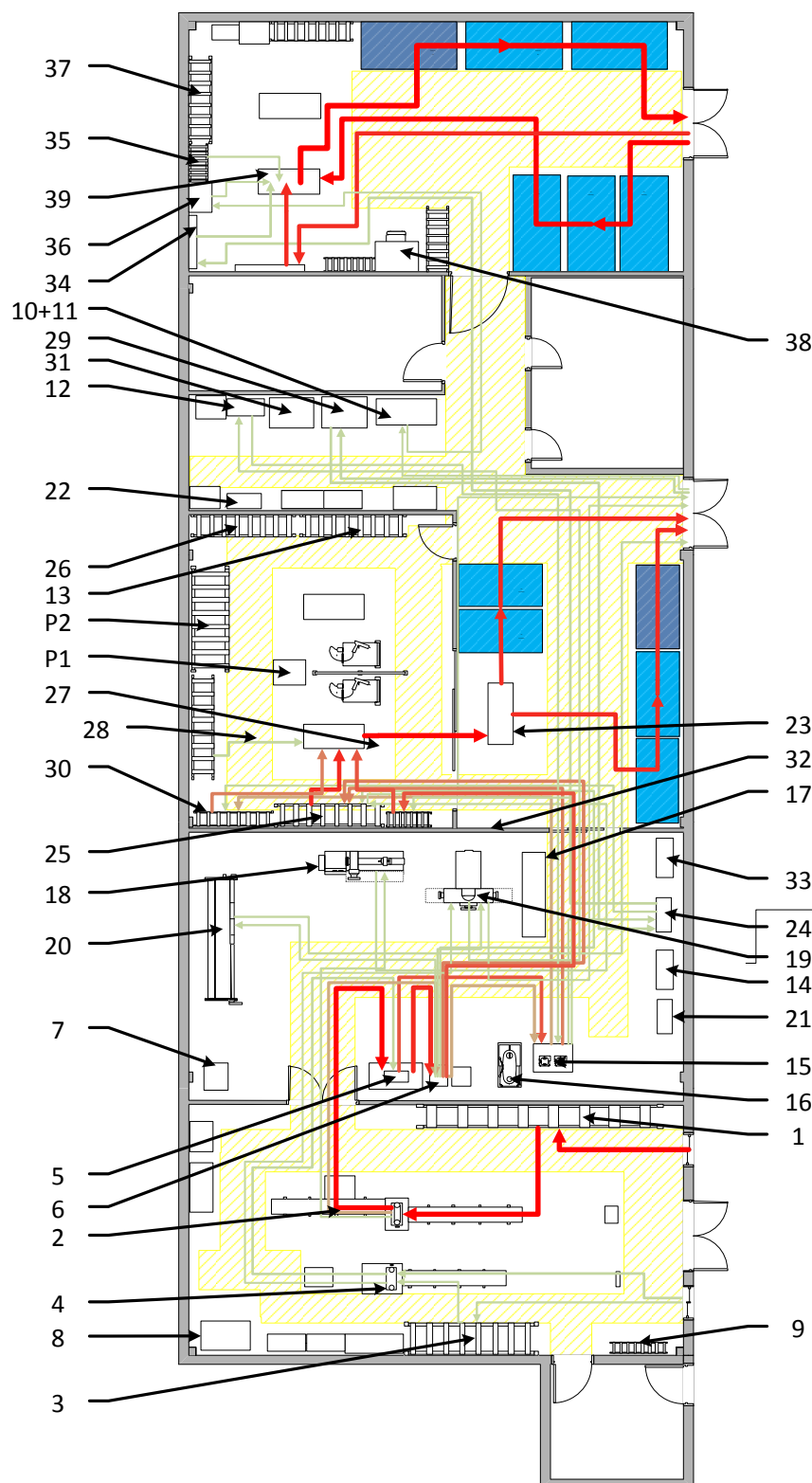
Na následujícím obrázku je vyznačena poloha jednotlivých výrobních úseků s barevným rozlišením prostor. Legenda barev ploch je na obrázku 15.



**Obrázek 25: Varianta č. 1 – označení ploch a výrobních úseků**



Na tomto obrázku jsou vyznačeny materiálové toky, jednotlivá pracoviště a skladovací plochy. Legenda je uvedena v příloze 2.



**Obrázek 26: Varianta č. 1 – špagetový diagram**

**B. Zhodnocení varianty 1**

Požadavky vznesené v kapitole 4.2 jsou v tomto návrhu splněny, dokonce jsou překonávány v bodech definujících velikost skladovacích ploch. Místo 4 plánovaných skladovacích míst skladovací plochy S1 se podařilo umístit 5 skladovacích míst. U skladovací plochy S23 došlo také ke zvětšení počtu skladovacích míst z požadovaných 5 míst na 6 skladovacích míst. Zvětšení počtu skladovacích míst umožňuje snížit potřebu přerovnávání skladovaných konstrukcí či lehátek.

Hlavní materiálové toky jsou jednosměrné a bez významného křížení, jen je na první pohled vidět, že jsou delší. Nejsou zde křižovatky, kde by mohlo docházet ke zbytečnému časovému prodlužování přepravy. Pouze křižovatka mezi pracovišti č. 23 a č. 33 by mohla vzbuzovat dojem rizika významného křížení materiálu z obrobny a z přípravný lakování, ale díky rozdělení toku z přípravný do pěti skladovacích ploch S1 a malé četnosti přepravy by mohlo docházet ke křížení spíše výjimečně.

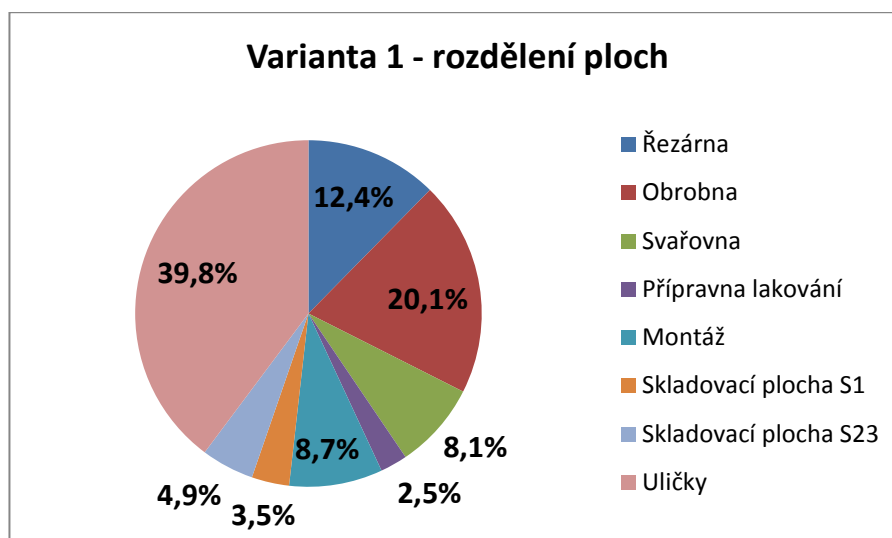
Hlavní výhody:

- Skladovací plochy S1 a S23 zvětšeny o jedno skladovací místo
- Uličky s velkým vytížením nejsou komplikované

Hlavní nevýhody:

- Delší materiálové toky na obrobň, montáži a druhém svařovacím pracovišti

Poměrné rozdělení ploch varianty 1 je zřetelné z obrázku č. 27. Velikosti jednotlivých ploch jsou uvedeny v souhrnné tabulce 9.



**Obrázek 27: Varianta č. 1 – rozdělení ploch**

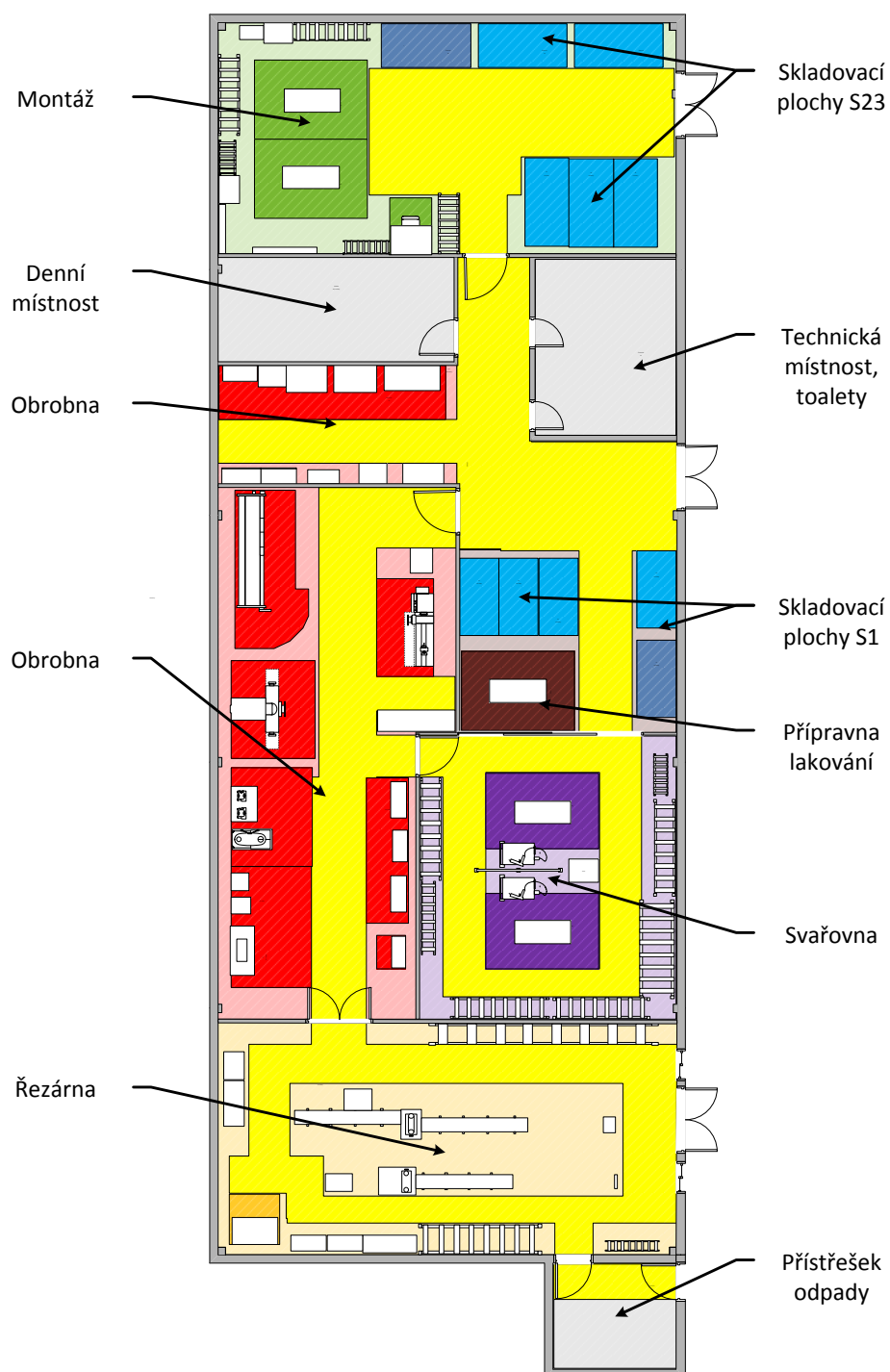
#### 4.5.3 Varianta 2

##### **A. Popis varianty 2**

U této varianty bylo hlavní myšlenkou zkrácení materiálových toků a jejich lepší oddělení pro zamezení vzájemných interferencí. Zejména se jedná o oddělení hlavních toků z obrobny, svařovny a přípravny lakování.

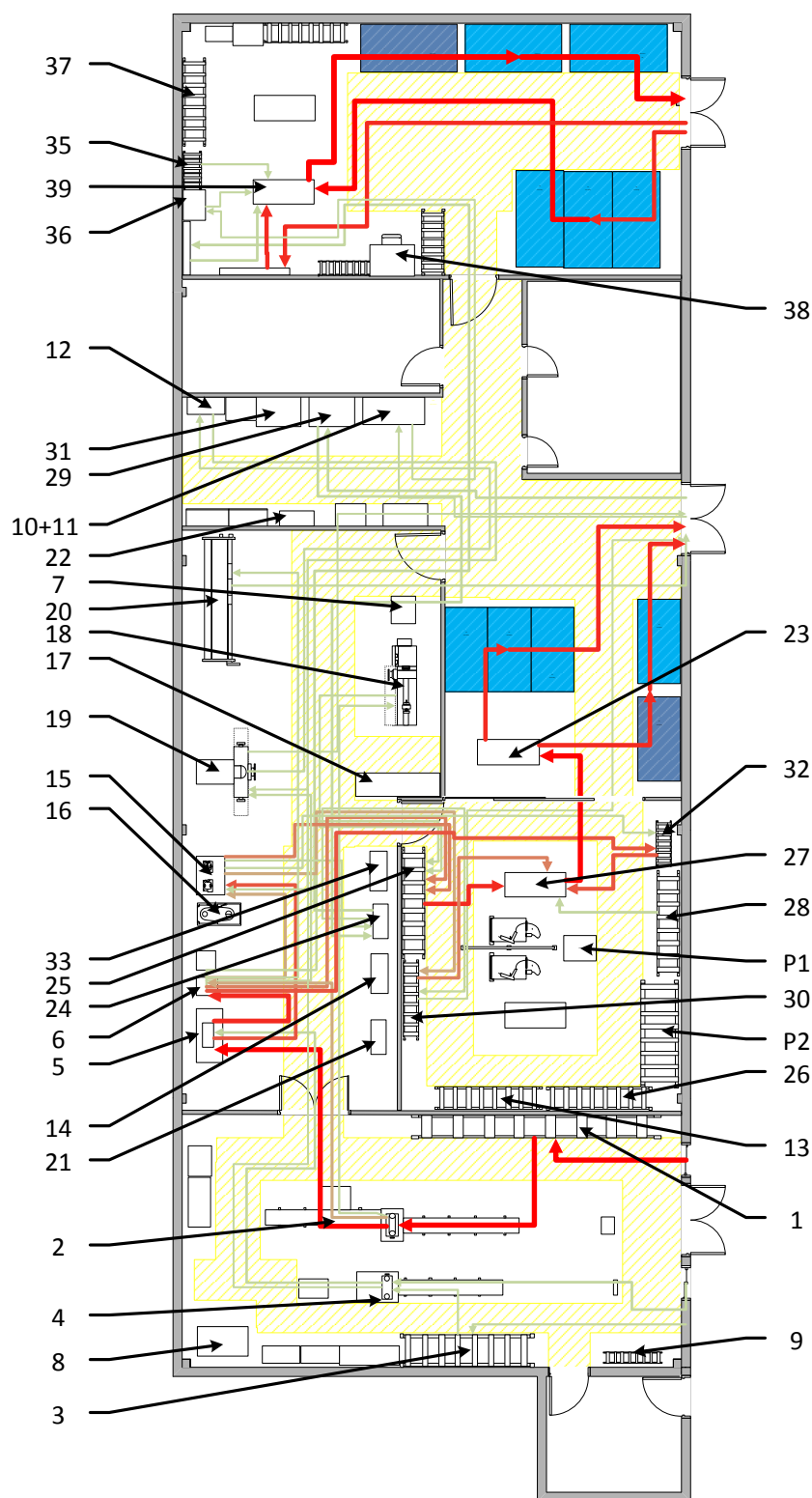
Také bylo dbáno na efektivnější možnost využití druhého svařovacího pracoviště zkrácením materiálových toků k němu vedoucích.

Na následujícím obrázku je vyznačena poloha jednotlivých výrobních úseků s barevným rozlišením prostor. Legenda barev ploch je na obrázku 15.



**Obrázek 28: Varianta č. 2 – označení ploch a výrobních úseků**

Na tomto obrázku jsou vyznačeny materiálové toky, jednotlivá pracoviště a skladovací plochy. Legenda s čísly pracovišť je uvedena v příloze 2.



**Obrázek 29: Varianta č. 2 – špagetový diagram**

## **B. Zhodnocení varianty 2**

Stejně jako v první variantě jsou požadavky vznesené v kapitole 4.2 splněny a předčeny v bodech definujících velikost skladovacích ploch. V návrhu se podařilo do skladovací plochy S1 umístit 5 míst místo plánovaných 4 skladovacích míst. Taktéž u skladovací plochy S23 došlo k zvětšení počtu skladovacích míst z požadovaných 5 na 6 skladovacích míst. Zvětšení počtu skladovacích míst umožňuje snížit potřebu přerovnávání skladovaných konstrukcí či lehátek.

Materiálové toky nesouvisejících pracovišť jsou dostatečně oddělené, a proto nedochází k nežádoucím interferencím.

Svařovna a přípravná lakování mají výhodnou vzájemnou polohu umožňující snadný přesun svařené konstrukce bez zbytečného otáčení.

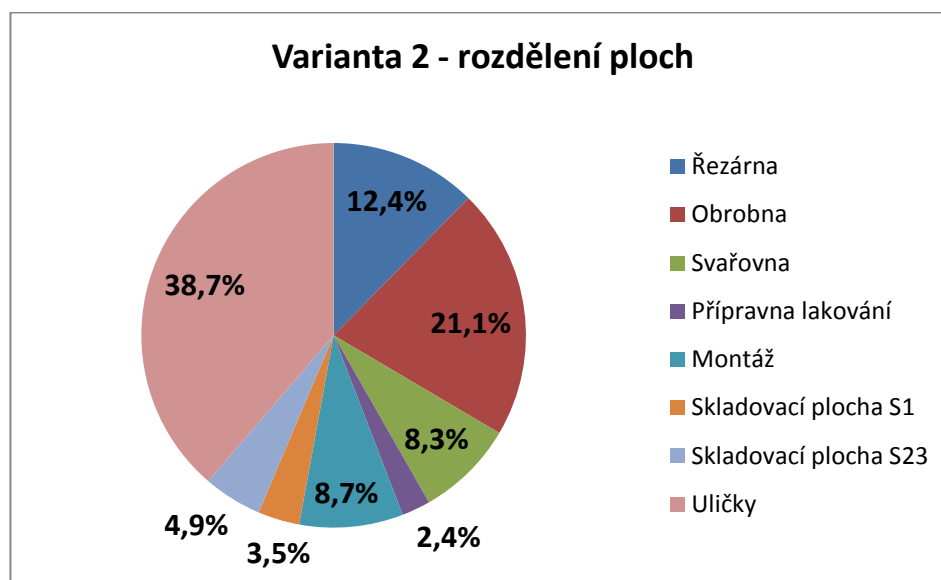
Hlavní výhody:

- Skladovací plochy S1 a S23 zvětšeny o jedno skladovací místo
- Uličky s velkým vytížením nejsou komplikované
- Zcela oddělené materiálové toky
- Svařovna dobře stavebně oddělena

Hlavní nevýhody:

- Delší materiálové toky na montáži

Poměrné rozdělení ploch varianty 2 je zřetelné z obrázku 27. Velikosti jednotlivých ploch jsou uvedeny v souhrnné tabulce 9.



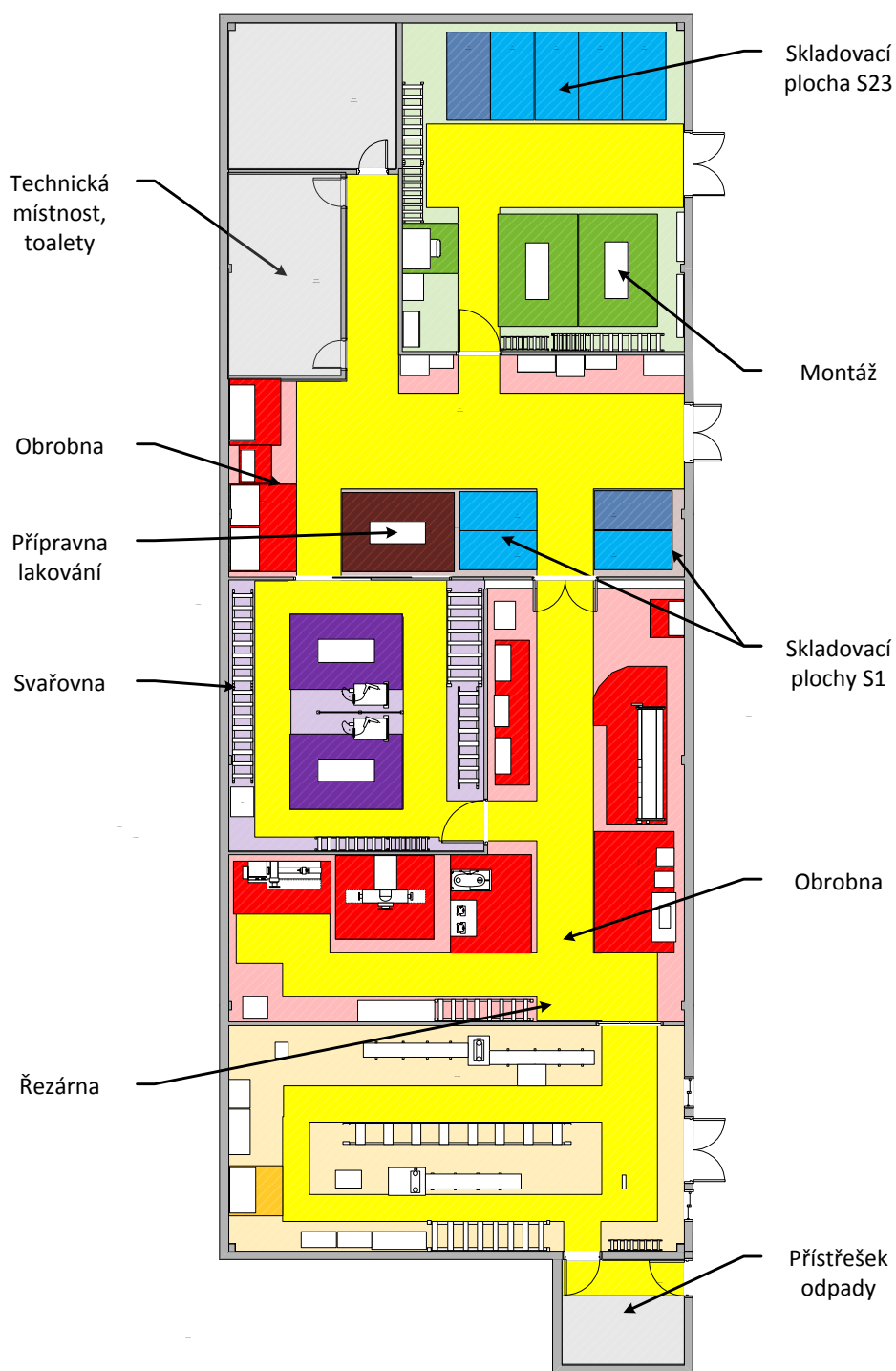
**Obrázek 30: Varianta č. 2 – rozdělení ploch**

#### 4.5.4 Varianta 3

##### A. Popis varianty 3

V této variantě bylo hlavní snahou se co nejvíce přiblížit uspořádání dle trojúhelníkové metody zobrazené na obrázku 11. To se kvůli omezenému prostoru povedlo pouze u pracovišť s největší intenzitou toku materiálu. Z dispozičních důvodů musela být také předloha s trojúhelníkovým uspořádáním stranově převrácena, aby bylo možné splnit požadavky na umístění skladovacích ploch.

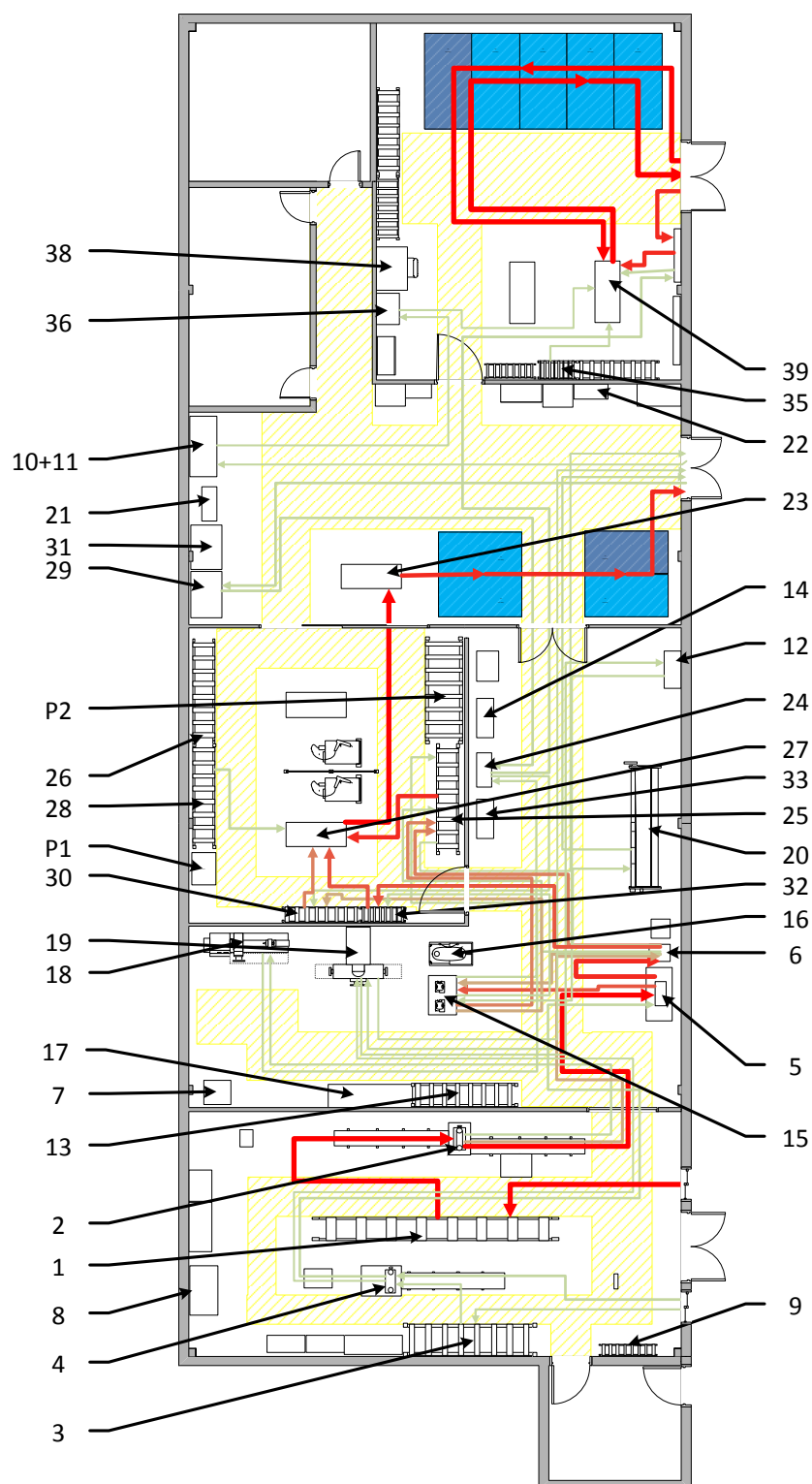
Na následujícím obrázku je vyznačena poloha jednotlivých výrobních úseků s barevným rozlišením prostor. Legenda barev ploch je na obrázku 15.



**Obrázek 31: Varianta č. 3 – označení ploch a výrobních úseků**



Na tomto obrázku jsou vyznačeny materiálové toky, jednotlivá pracoviště a skladovací plochy. Legenda s čísly pracovišť je uvedena v příloze 2.



**Obrázek 32: Varianta č. 3 – špagetový diagram**

## **B. Zhodnocení varianty 3**

Požadavky vznesené v kapitole 4.2 jsou v tomto návrhu splněny, ale kvůli většímu počtu uliček se již nepodařilo umístit další skladovací místa.

Materiálové toky jsou v podstatě bez křížení a nevzniká zpětný materiálový tok. Ze svařovny je delší tok materiálu do přípravny lakování.

Montáž je velmi optimalizována a přeprava či nalakovaných konstrukcí je prováděna po minimálních vzdálenostech.

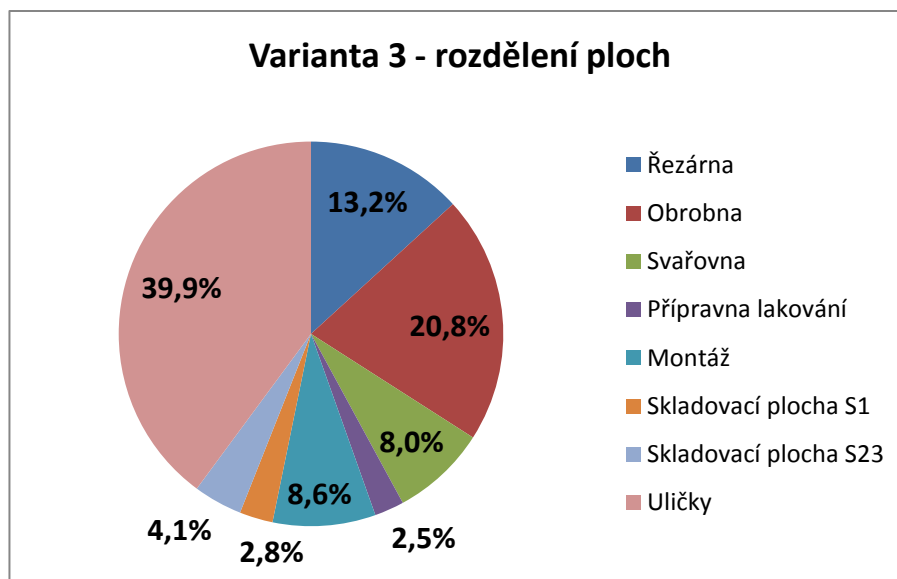
Hlavní výhody:

- Skladovací plochy S1 a S23 zvětšeny o jedno skladovací místo
- Uličky s velkým vytížením nejsou komplikované
- Montáž s krátkými materiálovými toky

Hlavní nevýhody:

- Delší materiálový tok ze svařovny do přípravny materiálu
- Horší zásobení druhého svařovacího pracoviště
- Velký počet uliček

Poměrné rozdělení ploch varianty 3 je zřetelné z obrázku 27. Velikosti jednotlivých ploch jsou uvedeny v souhrnné tabulce 9.



**Obrázek 33: Varianta č. 3 – rozdělení ploch**

#### 4.6 Výběr konečné varianty

Při porovnání variant, které musí předcházet samotnému výběru, bylo přihlédnuto k dílčím výsledkům a grafům u jednotlivých variant, k charakteru výroby a předpokladu dalšího vývoje firmy.

Pro snazší porovnání velikostí ploch jsou výsledky jednotlivých variant layoutů shrnuty do tabulky 9. V tabulce jsou barevně zvýrazněny maximální velikosti jednotlivých ploch. Zeleně jsou zvýrazněny plochy, u kterých je snaha jejich maximalizace, tedy více je lépe a oranžově jsou zvýrazněny maximální velikosti ploch s opačným cílem – méně je lépe.

**Tabulka 9: Porovnání variant z hlediska velikosti ploch**

	<b>Varianta 1 [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Varianta 2 [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Varianta 3 [m<sup>2</sup>]</b>
<b>Řezárna</b>	51,2	51,2	54,7
<b>Obrobná</b>	83,1	87,4	86,3
<b>Svařovna</b>	33,5	34,2	33,2
<b>Přípravná lakování</b>	10,5	10,0	10,3
<b>Montáž</b>	36,1	36,1	35,8
<b>Skladovací plocha S1</b>	14,5	14,5	11,6
<b>Skladovací plocha S2 + S3</b>	20,4	20,4	17,0
<b>Uličky</b>	164,7	160,2	165,1
<b>Celkem</b>	<b>345</b>	<b>345</b>	<b>345</b>

Z porovnání variant z hlediska velikostí ploch se jeví jako nejméně výhodná varianta č. 3. Varianty č. 1 a č. 2 jsou na tom s výhodností z hlediska velikosti ploch podobně, nicméně je výhodnější varianta č. 2.

Pro další srovnání byla zvolena hodnotící matice, která umožňuje přiřadit zvoleným parametrům jejich váhu. Jednotlivé parametry mají přiřazenu svou váhu z pětibodové stupnice (1 = nejméně důležité až 5 = nejvíce důležité), podobně jako hodnocení jednotlivých variant, kde byla zvolena také pětibodová stupnice (1 = nejméně vyhovuje či splňuje požadavky až 5 = nejvíce vyhovuje či splňuje požadavky).

V tabulce 10 je provedeno hodnocení variant pomocí hodnotící matice dle pravidel popsaných výše.

**Tabulka 10: Zhodnocení variant**

	Váha	Hodnocení variant [body]		
		Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3
<b>Tok materiálu řezárna</b>	4	4	4	3
<b>Tok materiálu obrobna</b>	5	4	5	5
<b>Tok materiálu svařovna</b>	5	5	4	4
<b>Tok materiálu přípravna lakování</b>	2	3	4	5
<b>Tok materiálu montáž</b>	5	4	4	5
<b>Velikost výrobních ploch</b>	5	4	5	3
<b>Velikost skladovací plochy S1</b>	3	5	5	4
<b>Velikost skladovací plochy S23</b>	3	5	5	4
<b>Velikost uliček</b>	3	4	4	3
<b>Suma (váha * body)</b>		152	160	145
<b>Pořadí varianty</b>		<b>2.</b>	<b>1.</b>	<b>3.</b>

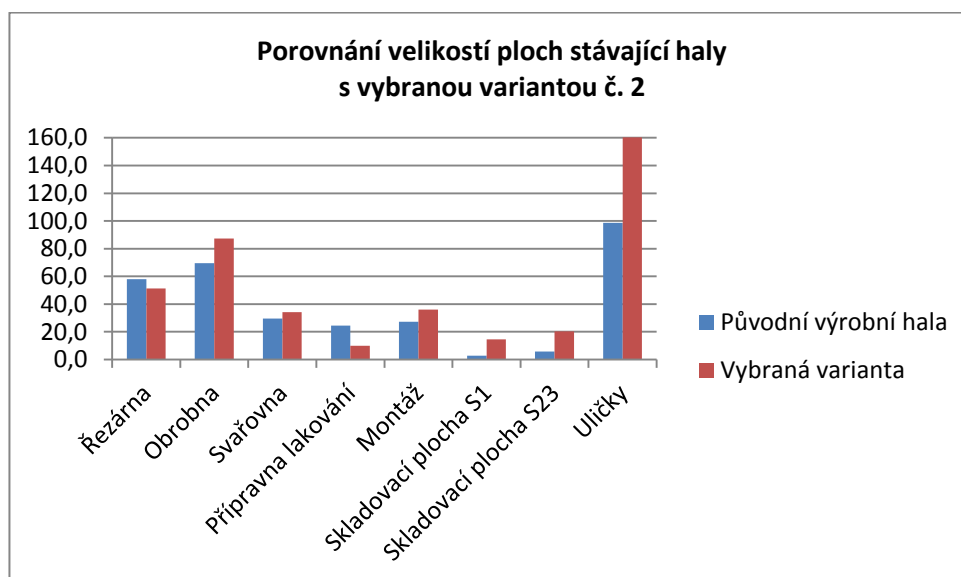
Dle výsledků z hodnotící matice lze říci, že nejvýhodnější je varianta 2.

Protože je varianta 2 výhodnější pouze několik bodů než varianta 1, byl uspořádán workshop s vedením firmy a jednotlivými pracovníky, kde se konzultovaly jednotlivé varianty, jejich výhody a nevýhody. Na základě výsledků workshopu byla potvrzena správnost volby druhé varianty jako té nejvýhodnější.

#### 4.7 Zhodnocení konečné varianty

V minulé kapitole byla zvolena jako nejvýhodnější varianta č. 2, proto bude v této kapitole srovnána s původní výrobní halou.

Na obrázku 34 je vidět přímé srovnání velikosti ploch. Ve vybrané variantě došlo téměř ve všech případech k žádanému zvětšení plochy. V řezárně došlo ke zmenšení plochy důsledkem jasnějšího vymezení pracovních prostorů a přesunutím několika pracovišť do obrobny. U přípravy lakování je zmenšení plochy žádané.



**Obrázek 34: Porovnání velikostí ploch stávající haly s variantou č. 2**

Uličky jsou již dostatečně dimenzované a díky dostatečně velkým skladovacím plochám na ně není nutné nic (ani krátkodobě) umisťovat.

V oblasti materiálových toků došlo k výraznému zlepšení. Materiálové toky jsou dostatečně krátké, nekříží se a nedochází mezi nimi k nežádoucímu ovlivňování.

Svařovna je oproti stávajícímu stavu dostatečně stavebně oddělena od zbytku prostor a nebude tak docházet k jejich nadměrnému znečišťování. Oddělení svařovny od přípravný svařování je řešeno PVC lamelovou clonou. Vzájemná poloha hlavního svařovacího pracoviště a přípravný lakování umožňuje snadný přesun svařené konstrukce.

Samozřejmostí jsou pak oddělené toalety a denní místnost oddělená od výrobních prostor, což není v současných prostorech možné.

## 5 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout optimální layout nového uspořádání výrobní haly, kam by se mohla přesunout stávající výroba zdravotnických lehátek firmy Rousek s. r. o.

Provedením analýzy současného stavu byly odhaleny největší nedostatky v oblasti materiálového toku a uspořádání pracovišť. Dále byl proveden návrh potřebných skladovacích ploch pro počet svařených konstrukcí a lehátek. Na základě velikostí všech potřebných výrobních i nevýrobních ploch byla spočtena nová výrobní haly o velikosti 455 m<sup>2</sup>.

Dalším cílem byl návrh tří variant, u kterých bylo nutné splnit požadavky vznesené ze strany vedení firmy. Samozřejmostí bylo odstranění všech nedostatků výroby a logistického řešení, které byly zjištěny při analýze stávajícího stavu.

Pomocí hodnotící matice zohledňující výrobní i logistická kritéria byla v kapitole 4.6 vyhodnocena jako nejlepší varianta číslo 2. Protože však tato varianta překonávala variantu číslo 1 pouze o několik málo bodů, bylo doporučeno podrobit obě varianty hlubší analýze. Proto byl uspořádán workshop spojený s hodnocením variant č. 1 a č. 2. Na základě výsledků workshopu byla potvrzena volba varianty č. 2 jako nejlepší z navrhovaných variant.

Ve vybrané variantě byly zvětšeny skladovací plochy o 20 % nad požadovanou velikost a tím umožňují skladovat na každé z obou ploch o dvě lehátka více. Toto zvětšení skladovací plochy umožňuje také snížit potřebu přerovnávat skladované konstrukce či lehátka. Také v oblasti materiálových toků došlo k výraznému zlepšení a materiálové toky jsou nyní dostatečně krátké, přehledné a bez zbytečného křížení. Nedochází zde ani k protisměrným tokům.

## 6 Použitá literatura

[1] BOTEK, Marek, Libor ADAMEC, a kol. *Sbírka příkladů z inženýrské ekonomiky a managementu*. 2. přepr. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2004, 142 s. ISBN 80-7080-544-7.

[2] ČUJAN, Zdeněk a Zdeněk MÁLEK. *Výrobní a obchodní logistika*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2008, 200 s. ISBN 978-80-7318-730-9.

[3] DRAHOTSKÝ, Ivo. *Logistika, procesy a jejich řízení*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2003, 334 s. ISBN 80-722-6521-0.

[4] GROS, Ivan. *Logistika*. 1. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1993, 147 s. ISBN 80-708-0178-6.

[5] LAMBERT, Douglas M., James R. STOCK a Lisa M. ELLRAM. *Logistika: příkladové studie, řízení zásob, přeprava a skladování, balení zboží*. Vyd. 1. Praha: Computer Press, 2000, 589 s. ISBN 80-722-6221-1.

[6] LIKER, Jeffrey K. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2007, 390 s. ISBN 978-80-7261-173-7.

[7] LUKOSZOVÁ, Xenie. *Nákup a jeho řízení*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2004, 170 s. ISBN 80-251-0174-6.

[8] PERNICA, Petr. *Logistický management: Teorie a podniková praxe*. 1. vyd. Praha: RADIX, 1998, 660 s. ISBN 80-860-3113-6.

[9] SCHULTE, Christof. *Logistika*. Praha: Victoria Publishing, 1994, 301 s. ISBN 80-856-0587-2.

[10] SIXTA, Josef. *Logistika: teorie a praxe*. Vyd. 1. Brno: CP Books, 2005, 315 s. ISBN 80-251-0573-3.

[11] SIXTA, Josef. *Řízení toku materiálu pomocí logistiky*. Mladá Boleslav: ŠkodaAuto Vysoká škola, 2007, 36 s. ISBN 978-80-87042-12-0.



[12] SVOBODA, Vladimír a Patrik LATÝN. *Logistika*. Vyd. 2. přeprac. V Praze: Vydavatelství ČVUT, 2003, 159 s. ISBN 80-010-2735-X.

[13] ČSN 26 9010. *Šířky a výšky cest a uliček: manipulace s materiálem*. Federální úřad pro normalizaci a měření, Říjen 1993.

[14] Helios Orange: Modul nástroje přizpůsobení v LCS Helios Orange. ASV Náchod s.r.o. [online]. © 2009 [cit. 2012-03-11]. Dostupné z: <http://www.asv.cz/helios-orange/modules-systemu-helios-orange/abc-analyza.html>

[15] Nástroje riadenia a zabezpečovania kvality. IPA Slovakia [online]. © 2012 [cit. 2012-02-12]. Dostupné z: [http://www.ipaslovakia.sk/slovník\\_view.aspx?id\\_s=44](http://www.ipaslovakia.sk/slovník_view.aspx?id_s=44)

[16] Naučte se vidět a odstraňovat plýtvání. PAVELKA, Marcel. API - Akademie produktivity a inovací s.r.o. [online]. 17.05.2012 [cit. 2012-05-17]. Dostupné z: <http://e-api.cz/article/70817.naucte-se-videt-a-odstranovat-plytvani/>

[17] SB 5/2009 LOGISTIKA: Variabilní policové regály. PODSTAWKA, Václav. *Svět balení, to jsou odborné informace z obalového průmyslu - SvětBalení.cz* [online]. 1. 12. 2009 [cit. 2012-05-12]. Dostupné z: <http://www.svetbaleni.cz/logistika/sb-5-2009-logistika-variabilni-policove-regaly.htm>

[18] Rovnoramenný, dvoustranný konzolový regál MULTISTRONG, délka 2700 mm, 3 stojiny, 6 úrovní. EMPORO - Vybavení pro firmy [online]. © 2010 [cit. 2012-05-02]. Dostupné z: <http://www.emporo.cz/rovnoramenny-dvoustranny-konzolovy-regal-multistrong-delka-2700-mm-3-stojiny-6-urovni/d-73853-c-3512/>

[19] Spaghetti Diagram. Six Sigma Material [online]. © 2007-2012 [cit. 2012-05-05]. Dostupné z: <http://www.six-sigma-material.com>

[20] TOC 5. díl: Plánování výroby APS/OPT. *Ekonomické a informační systémy v praxi* [online]. 6/2002 [cit. 2012-05-09]. Dostupné z: <http://www.systemonline.cz/clanky/toc-5-dil-planovani-vyroby-aps-opt.htm>

[21] *Interní materiály firmy Rousek s. r. o.*

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Dělení a priorita cílů logistiky [10] .....	11
Obrázek 2: Jednoduché schéma toků informací i materiálu. [11] .....	13
Obrázek 3: Grafická prezentace výsledků ABC analýzy [14].....	16
Obrázek 4: Blokové schéma kusové výroby [2] .....	16
Obrázek 5: Blokové schéma hromadné výroby [2] .....	17
Obrázek 6: Technologické uspořádání pracovišť [8] .....	18
Obrázek 7: Předmětné uspořádání pracoviště [8].....	18
Obrázek 8: Šachovnicová tabulka [17] .....	19
Obrázek 9: Sankeyův diagram [2] .....	20
Obrázek 10: Špagetový diagram [16].....	21
Obrázek 11: Trojúhelníková metoda [2] .....	21
Obrázek 12: Variabilní policový regál [18] .....	24
Obrázek 13: Rovnoramenný konzolový regál [15] .....	24
Obrázek 14: Lehátko GE3 SUPER (vlevo) a lehátko RS110 (vpravo) [21] .....	25
Obrázek 15: Barevné označení ploch .....	29
Obrázek 16: Současný stav – označení ploch v řezárně.....	30
Obrázek 17: Současný stav – označení ploch a výrobních úseků .....	31
Obrázek 18: Rozdělení ploch – současný stav .....	32
Obrázek 19: Sankeyův diagram pro výrobní úseky .....	35
Obrázek 20: Intervaly barevného rozlišení intenzity materiálového toku .....	36
Obrázek 21: Stávající stav - špagetový diagram řezárny .....	37
Obrázek 22: Stávající stav - špagetový diagram výrobní haly .....	38
Obrázek 23: Situační plán s administrativní budovou a novou výrobní halou .....	41
Obrázek 24: Rozmístění pracovišť trojúhelníkovou metodou .....	45
Obrázek 25: Varianta č. 1 – označení ploch a výrobních úseků .....	48
Obrázek 26: Varianta č. 1 – špagetový diagram .....	49
Obrázek 27: Varianta č. 1 – rozdělení ploch .....	51
Obrázek 28: Varianta č. 2 – označení ploch a výrobních úseků .....	52
Obrázek 29: Varianta č. 2 – špagetový diagram .....	53
Obrázek 30: Varianta č. 2 – rozdělení ploch .....	55
Obrázek 31: Varianta č. 3 – označení ploch a výrobních úseků .....	56
Obrázek 32: Varianta č. 3 – špagetový diagram .....	57
Obrázek 33: Varianta č. 3 – rozdělení ploch .....	59
Obrázek 34: Porovnání velikostí ploch stávající haly s variantou č. 2.....	62

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Minimální velikosti průchodových a manipulačních uliček .....	22
Tabulka 2: Velikost jednotlivých ploch – současný stav .....	32
Tabulka 3: ABC analýza vyráběných lehátek dle typu .....	33
Tabulka 4: ABC analýza vyráběných lehátek dle konstrukční řady .....	34
Tabulka 5: ABC analýza vyráběných lehátek dle počtů dílů ložné plochy.....	34
Tabulka 5: Intenzita toku materiálu pro jednotlivá pracoviště.....	39
Tabulka 7: Rozdělení skladovaných výrobků .....	42
Tabulka 7: Minimální velikost celkové plochy .....	44
Tabulka 9: Porovnání variant z hlediska velikosti ploch .....	60
Tabulka 10: Zhodnocení variant.....	61

## Seznam příloh

Příloha 1: Intenzita toku materiálu mezi jednotlivými pracovišti ..... I

Příloha 2: Legenda značení pracovišť s uvedením intenzity toku materiálu ..... III

## Příloha 1: Intenzita toku materiálu mezi jednotlivými pracovišti

Zdrojové pracoviště	Cílové pracoviště	Intenzita toku materiálu [kg/rok]	% intenzity toku materiálu	% intenzita toku materiálu kumulativně	Kategorie
39	40	15200	13,61 %	13,61 %	A
1	2	10102	9,04 %	22,65 %	A
23	107	10043	8,99 %	31,64 %	A
27	23	10043	8,99 %	40,63 %	A
107	39	10043	8,99 %	49,62 %	A
2	5	8529	7,64 %	57,26 %	A
5	6	6709	6,01 %	63,27 %	A
25	27	4653	4,17 %	67,43 %	A
101	39	4127	3,69 %	71,13 %	A
32	27	3234	2,90 %	74,02 %	A
6	32	2789	2,50 %	76,52 %	A
5	15	2228	1,99 %	78,51 %	A
6	25	1930	1,73 %	80,24 %	A
30	27	1652	1,48 %	81,72 %	B
15	25	1561	1,40 %	83,12 %	B
6	15	1405	1,26 %	84,37 %	B
15	30	1225	1,10 %	85,47 %	B
2	6	1116	1,00 %	86,47 %	B
28	27	781	0,70 %	87,17 %	B
24	34	729	0,65 %	87,82 %	B
29	24	729	0,65 %	88,47 %	B
104	29	729	0,65 %	89,13 %	B
3	4	618	0,55 %	89,68 %	B
4	5	618	0,55 %	90,23 %	B
6	28	541	0,48 %	90,72 %	B
2	18	457	0,41 %	91,13 %	B
18	25	457	0,41 %	91,54 %	B
6	19	445	0,40 %	91,93 %	B
12	15	445	0,40 %	92,33 %	B
15	32	445	0,40 %	92,73 %	B
19	12	445	0,40 %	93,13 %	B
6	20	438	0,39 %	93,52 %	B
20	104	438	0,39 %	93,91 %	B

15	24	427	0,38 %	94,30 %	B
24	30	427	0,38 %	94,68 %	B
11	36	301	0,27 %	94,95 %	B
25	107	301	0,27 %	95,22 %	B
36	39	301	0,27 %	95,49 %	B
107	11	301	0,27 %	95,76 %	B
4	19	291	0,26 %	96,02 %	B
19	104	291	0,26 %	96,28 %	B
6	16	277	0,25 %	96,53 %	C
15	27	277	0,25 %	96,77 %	C
16	15	277	0,25 %	97,02 %	C
16	25	277	0,25 %	97,27 %	C
27	16	277	0,25 %	97,52 %	C
15	28	240	0,21 %	97,73 %	C
27	25	218	0,20 %	97,93 %	C
37	27	218	0,20 %	98,12 %	C
100	37	218	0,20 %	98,32 %	C
5	16	210	0,19 %	98,51 %	C
16	29	210	0,19 %	98,69 %	C
29	25	210	0,19 %	98,88 %	C
15	31	180	0,16 %	99,04 %	C
31	35	180	0,16 %	99,20 %	C
4	18	119	0,11 %	99,31 %	C
15	35	119	0,11 %	99,42 %	C
18	27	119	0,11 %	99,52 %	C
24	15	119	0,11 %	99,63 %	C
27	24	119	0,11 %	99,74 %	C
4	106	98	0,09 %	99,82 %	C
29	35	98	0,09 %	99,91 %	C
106	29	98	0,09 %	100,00 %	C
Celkem		111702	100 %		

Pozn.: Intenzita toku materiálu je uvedena pro díly kategorie A

**Příloha 2: Legenda značení pracovišť s uvedením intenzity toku materiálu**

<b>ID</b>	<b>Název</b>	<b>Intenzita toku materiálu [kg/rok]</b>
1	Regál 1	10102
2	Kotoučová pila	10102
3	Regál 3	618
4	Pásová pila	1126
5	Bruska	9147
6	Kartáčová bruska	7825
7	Rozbruska	
8	Omílačka	
9	Regál 9	
10	Pákové nůžky	
11	Ruční lis	301
12	Hydraulický lis	445
13	Regál 13	
14	Ohýbačka	
15	Vrtačka (2x)	4474
16	Vrtačka	764
17	Skříňka s nástroji	
18	Soustruh	119
19	Frézka	736
20	Ohýbačka hydraulická	438
21	Bruska	
22	Regál 22	
23	Přípravná lakování	10019
24	Leštička	1275
25	Regál 25	4653
26	Regál 26	
27	Švařovna	10934
28	Regál 28	781
29	Stůl	1037
30	Regál 30	1652
31	Stůl	180
32	Regál 32	3234
33	Ohýbačka ruční	
34	Regál 34	

<b>35</b>	Regál 35	397
<b>36</b>	Skříňka	301
<b>37</b>	Regál 37	218
<b>38</b>	Stůl	
<b>39</b>	Montážní stůl	15573
<b>40</b>	Expedice	15573
<b>102</b>	Kooperace - zinkování	
<b>103</b>	Kooperace - skružování	
<b>104</b>	Kooperace - svařování TIG	729
<b>105</b>	Kooperace - niklování	
<b>106</b>	Kooperace - CNC	
<b>107</b>	Kooperace - lakovna	10344
<b>108</b>	Kooperace - rotační díly	
<b>109</b>	Kooperace - lisování na hydraulickém lise	
<b>200</b>	Vstup - hutní materiál	11228
<b>201</b>	Vstup - výpalky	218
<b>202</b>	Vstup - čalouník	4127
<b>P1</b>	Svařovací přípravky 1	
<b>P2</b>	Svařovací přípravky 2	

Pozn.: Intenzita toku materiálu je uvedena pro díly kategorie A